typen der Aufzellen, bezw. von deren Wänden zu verzeichnen ist. Von Hypodermen habe ich nur ein paar eigenartige Fälle gefunden, und Interkuten, sowie Interkutiszellen habe ich in keinem Falle beobachtet. Letztere Zellart scheint also phylogenetisch relativ spät entstanden zu sein. Interessante Resultate ergab die Untersuchung der Endodermen. Es zeigte sich, daß Primär- und Sekundärzustand der Endodermzellen in allen Stücken dem der Angiospermen glich. Nur fand sich in vielen Fällen im Sekundärzustand statt der ringsherum erfolgenden Auflagerung einer Korklamelle eine einseitige Auflagerung der letzteren, die aber in interessanter Weise die gleiche feste Verbindung mit dem Casparyschen Band eingeht, wie sie von Kroemer (S. 100) für die Suberinlamelle der Angiospermen nachgewiesen worden ist. Auffallenderweise fehlt den Sekundärendodermzellen eine der Suberinlamelle aufgelagerte „Celluloselamelle" stets. Wir dürfen vielleicht die Sekundärendodermzellen mit halber Korklamelle als ein phylogenetisches Vorstadium des Baues der Sekundärzellen bei den Angiospermen betrachten. Tertiärendodermzellen scheinen bei den Farnen niemals vorzukommen. In Übereinstimmung mit dem über das phylogenetische Alter der eusporangiaten und leptosporangiaten Filicinen Gesagten ist noch hervorzuheben, daß in der Tat die phylogenetisch älteren eusporangiaten Formen nur Primärendodermzellen besitzen, während alle leptosporangiaten Filicinen mit Ausnahme der relativ alten Familien der Osmundaceen, vielleicht auch der Hymenophyllaceen, Sekundärendodermzellen besitzen.

Ich beginne die Darstellung der Resultate meiner Arbeit damit, daß ich einen kurzen Überblick über die äußere Morphologie des Wurzelsystems der Farne und über den anatomischen Bau der Farnwurzel gebe.

Eine typische Farnwurzel[1] besitzt eine Wurzelhaut in Gestalt eines Wurzelhaare führenden, braunwandigen Epiblems. Eine typische Hypodermis wird, wie mir meine Untersuchungen zeigten, fast niemals ausgebildet, nur bei den Wurzeln von Onoclea sensibilis und Cystopteris fragilis können wir von einer solchen sprechen. Einige Formen verdicken und bräunen ihre peripheren Rindenschichten, die dann einen hypodermalen Charakter annehmen. Wir werden sie unter dem Namen „hypodermatische Rindenschichten" beschreiben. Das Rindenparenchym der Farnwurzeln ist entweder durchweg dünnwandig und dunkelbraun, oder es zerfällt in eine äußere, dünnwandige Partie und in eine innere, stark sklerenchymatisch verdickte Zone, die im V. Kapitel dieser Arbeit behandelt wird. An das Rindenparenchym schließt sich eine typische Endodermis an. Das Leitbündel ist gewöhnlich von diarchem Bau.[2] Etwa in den Brennpunkten seines elliptischen Querschnittes werden die ersten Tracheen angelegt, deren zentripetale Ausbildung relativ langsam erfolgt (Taf. IV, Fig. 83, 86 t). Der englumige Siebteil besteht aus zwei mondsichelförmigen Komplexen, die symmetrisch im oberen und unteren Teil der Ellipse liegen. Leitbündelparenchym begleitet rings die Gefäße, trennt sie von dem Siebteil und grenzt auch in den meisten Fällen an die Endodermis. Die periphere Lage des Parenchyms ist wohl als Pericykel bezeichnet worden.

Die Wurzeln sind, mit Ausnahme der Keimwurzel, Adventivgebilde; sie entstehen meistens aus der Achse, seltener aus den Basalstellen der Blattstiele und werden auch hier vor der Ausbildung der Blätter angelegt. Wurzellos sind einige Hymenophyllaceen; es sind bei diesen nur Rhizoide vorhanden. Ein lederartiges, gelbes Aussehen haben die Wurzeln von Ophioglossum, Botrychium, Angiopteris, Marattia. Bei den leptosporangiaten Farnen sind sie braun bis schwarz, nur die Spitze hat stets ein hellgelbes Aussehen.

---

[1] Wenn ich von einer typischen Farnwurzel spreche, so denke ich dabei an Wurzeln aus der Klasse der leptosporangiaten Filicinen, die durchschnittlich einheitlich gebaut sind. Auf die abweichenden Bildungen der Wurzeln der eusporangiaten Filicinen gehe ich bei Besprechung der einzelnen Gewebeschichten ein.

[2] Ophioglossum vulgatum hat, wie bekannt, ein monarches Leitbündel; bei Botrychium Lunaria war monarcher, diarcher und triarcher Bau zu beobachten. Triarches Leitbündel haben nach meinen Untersuchungen ferner Aspidium falcatum, Dennstaedtia davallioides, Didymochlaena lunulata, Gleichenia flabellata, Gl. polypodioides (nach Russow 1872. S. 97), und bisweilen Todea barbara. Gleichenia glauca besitzt pentarchen Bau (nach Russow 1872. S. 97), ebenso Angiopteris evecta und die Wurzeln von Marattia alata. Hexarchen Bau zeigen Trichomanes radicans, Helminthostachys zeylanica (nach Farmer und Freemann 1898. S. 441), und die Wurzelzweige von Marattia alata.

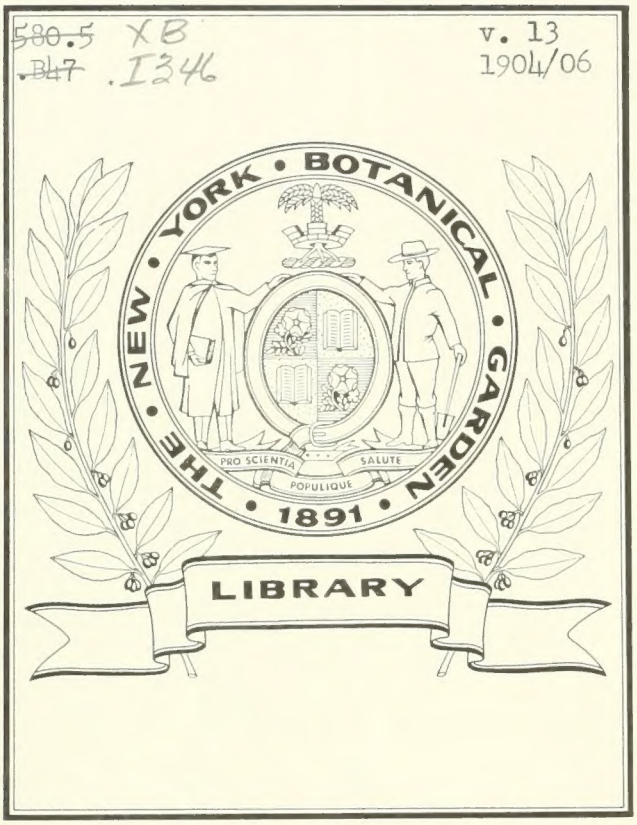
Die Lebensdauer der Wurzeln kann unter Umständen eine recht lange werden; für baumartige Farne ist sie nach Lachmann (1889) eine überraschend lange. Poirault (1893, S. 115) erwähnt, daß die Wurzeln der Ophioglossen 20—25 Jahre tätig sind. Bei Ophioglossum vulgatum korrespondiert die Bildung der Wurzel mit der der Blätter. In jedem Jahr wird nur ein Blatt hervorgebracht und ebenso eine neue Wurzel, so daß die Zahl der Wurzeln das Alter der Pflanze angibt. Meine Beobachtungen an einem Stock mittlerer Größe von Struthiopteris germanica zeigten mir noch 3 Jahre alte tätige Wurzeln. Die Anlage von Wurzelzweigen geschieht aus einer einzigen Endodermzelle, die genau gegenüber den Gefäßgruppen liegt. So kommt es, daß man bei den Farnen die Wurzelzweige in zwei entgegengesetzten Längsreihen angeordnet findet. Wurzeln ohne Wurzelzweige besitzen Botrychium und Ophioglossum, dagegen ist für beide häufig dichotomische Verzweigung beobachtet worden. Nur für Botrychium daucifolium erwähnt van Tieghem et Douliot (1888, S. 389) einige Fälle von Bildung eines Wurzelzweiges. Wie bei den Phanerogamenwurzeln, so können wir auch bei allen typischen Farnwurzeln 4 Regionen unterscheiden, nämlich: 1) Spitze, die den Vegetationspunkt birgt, 2) die kurze, wachsende Region (2—10 mm lang), 3) die von intakten Wurzelhaaren besetzte Zone und 4) die Region, in welcher die Wurzelhaare, die nur kurze Lebensdauer haben, schon abgestorben sind (Göbel, 1898, S. 468). Um ein Bild von der Ausgestaltung eines vollständigen Wurzelsystems zu geben, und um die nach Alter und Funktion verschiedenartigen Wurzeln zu charakterisieren, will ich hier eine Beschreibung eines Wurzelstockes von Struthiopteris germanica folgen lassen.

Ein Stück Ausläufer von 15 cm Länge wurde im Mai 1903 aus dem Boden entnommen. An seiner aufrechten Spitze sitzen 7 große diesjährige Wedel, sowie die Basen abgestorbener Wedel. Die vegetativen Wedel schließen ihrerseits einen Kranz noch eingerollter, fertiler Wedel ein, der wiederum jüngere Wedel mit dem Vegetationskegel umfaßt. Unmittelbar unter den Wedelbasen entspringen 5, 3—25 cm lange Ausläufer mit ergrünter Endknospe. Die Ausläufer sind mit relativ langen, dicken Niederblättern, nach ein Viertel gestellt, versehen. Von Wurzeln finden wir an diesem Verzweigungssystem folgende Arten. Zwischen den Niederblättern der 5 jungen Ausläufer brechen zahlreiche junge Wurzeln mit gut entwickeltem Vegetationspunkt hervor. Die Wurzeln sind dunkelbraun, nach der Spitze zu heller werdend; der Vegetationskegel ist hellgelb. Die jüngsten Wurzeln sind unverzweigt, erreichen aber bisweilen eine Länge von 7 cm. Das Auftreten von Wurzelhaaren ist sehr verschieden. Einige zeigen schon fast von der Spitze an Haare, andere bekommen sie erst in der Region der Wurzelzweigbildung, wieder andere, gerade die an der Basis des Ausläufers sitzenden und selbst die relativ langen, besitzen überhaupt keine Wurzelhaare. Die ältesten Wurzeln zeigen Verzweigung erster Ordnung, Verzweigung zweiter und höherer Ordnung ist nur selten wahrnehmbar. Diese Wurzeln will ich als Wurzeln von der Form A bezeichnen.[1] Es sind dies einjährige, erst im Frühjahr 1903 ausgebrochene Wurzeln.

Dem alten Ausläufer entspringen zahlreiche, tief dunkelbraune, reich verzweigte Wurzeln zwischen den alten Niederblättern. Die Wurzeln werden ein Alter von 2, höchtens 3 Jahren haben. Die Verzweigung ist meist von 1. Ordnung, selten von höherer, sie beginnt schon ziemlich kurz hinter dem Vegetationspunkt, was bei Wurzeln des ersten Jahres nicht der Fall ist. Die Wurzeln sind nicht so dick wie die Wurzeln des 1. Jahres des Rhizoms, die ich später als Form C bezeichne, noch wie die den 5 Ausläufern entspringenden jungen Wurzeln. Sie sind bis 16 cm lang. Ihr Vegetationspunkt ist intakt, hat aber nicht mehr die helle Farbe wie bei den jüngeren Wurzeln. Gleichfalls zu dieser Klasse von Wurzeln will ich Wurzeln rechnen, die den Basen älterer Wedel entspringen, reich verzweigt sind und guten, aber dunkeln Vegetationspunkt haben. Sie zeichnen sich besonders durch viele, äußerst lange Zweige an ihren Basen aus. Die so beschriebenenen Wurzeln will ich als Form B bezeichnen. Es werden dies zweijährige Wurzeln sein, die wohl jetzt nur zum Haften dienen, und deren Tätigkeit in der Vegetationsperiode des Jahres 1902 lag.

[1] Ich führe diese Bezeichnungen ein, um die Wurzeln bei späteren Untersuchungen in dieser Arbeit auseinanderzuhalten.

580.5 XB
.B47 .I346
v. 13
1904/06



BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

in Königsberg i. Pr.

Band XIII.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GE[redacted]
VENDU EN 1922

STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1904—1906.

XB
.I346
bd.13

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Carl Rembold, Heilbronn a. N.

INHALTS-VERZEICHNIS.

Heft 62.

Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel. Von Dr. Georg Rumpf. Mit 4 Tafeln. 1904.

Heft 63.

Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucaceen und dessen Bedeutung für die Systematik. Von Dr. Karl Lohauss. Mit 16 Tafeln. 1905.

Heft 64.

Zur Blütenentwickelung der Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen. Von Wilhelm Lang. Mit 5 Tafeln. 1906.

BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

1923

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

Königsberg i. Pr.

Heft 62.

Dr. Georg Rumpf:

Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel.

Mit 4 Tafeln.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1904.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATCIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

Königsberg i. Pr.

Heft 62.

Dr. Georg Rumpf:

Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel.

Mit 4 Tafeln.

Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele.

1904.

Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel.

Arbeit aus dem Botanischen Institut der Universität Marburg

von

Dr. Georg Rumpf.

Mit 4 Tafeln.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1904.

Druck von Carl Rembold, Heilbronn a. N.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 1

II. Das Epiblem 6

III. Hypodermen und hypodermatische Rindenschichten 15

IV. Die Endodermis 18

1. Bau der Primärendodermzellen 19

2. Bau der Sekundärendodermzellen 25

3. Schluß der Endodermis 30

V. Die mechanischen Verdickungszonen der inneren Rinde in ihrer Beziehung zur Endodermis 36

Literaturverzeichnis 42

Erklärung der Tafeln 45

I. Einleitung.

Die unter Leitung von Herrn Prof. Arthur Meyer entstandene Arbeit von Karl Kroemer (Bibliotheca botanica, Heft 59, 1903) hat zur Klärung und Vertiefung unserer Kenntnisse vom Baue der Wurzel der Angiospermen beigetragen. Als Fortschritt ist besonders die genauere Charakterisierung verschiedener Zellarten der Angiospermen-Wurzel zu betrachten, welche durch die Anwendung der Gesichtspunkte erreicht worden ist, die im Ersten mikroskopischen Praktikum (1898, Jena) aufgestellt worden sind (Kroemer, S. 12). Es wurde auf Veranlassung von Herrn Prof. Meyer zuerst der Begriff und Namen Rhizodermis (Wurzelhaut) geschaffen. Rhizodermen sind „ein- oder mehrschichtige Gewebe, welche ontogenetisch aus einer einschichtigen, embryonalen Zelllage (Protoderm) hervorgehen und hauptsächlich zur Aufnahme von Wasser und Salzen dienen" (Kroemer, S. 12). Herr Prof. Meyer möchte jetzt noch hinzufügen: „ferner endogen entstehen." Dieses Moment, welches auch das Fehlen der Kutikula leicht verständlich macht, unterscheidet die „Rhizodermis" scharf von der „Epidermis". Ich schildere später die endogene Entstehung der Wurzelhaut der Farne genauer mit Rücksicht auf die Schleimschicht, welche statt der Kutikula der Epidermis die Aufzellen bedeckt. Von der Wurzelhaut gibt es bei den Angiospermen verschiedene Arten: 1. das Epiblem oder die normale Wurzelhaut, deren Elemente Epiblemzellen oder Aufzellen genannt worden sind, 2. das mehrschichtige Epiblemgewebe (Aufzellengewebe) (Kroemer, S. 26), 3. das ein- oder mehrschichtige Velamen, dessen Einzelzellen Velamenzellen genannt wurden. Zweitens wurde der Begriff der Hypodermis schärfer gefaßt; von den verschiedenen Arten der Hypodermis fanden sich bei den Angiospermen besonders die „Interkuten" häufig. Sie bestehen hauptsächlich aus einer Zellart, die jetzt Herr Prof. Meyer charakterisieren und zum Unterschied von den Endodermzellen als „Interkutiszellen" bezeichnen möchte. Sie sind den Endodermzellen (Prakt. 1898, S. 29) zwar ähnlich, unterscheiden sich jedoch von ihnen durch das Fehlen des Casparyschen Streifens. Außer den Interkuten finden sich bei den Angiospermen Collenchym-, Parenchym- und Φ-Zellenhypodermen. Bei den Zellen der Endodermis wurden 3 Entwicklungszustände scharf auseinandergehalten, der Primär-, Sekundär- und Tertiärzustand (Kroemer, S. 87). Alle die genannten Zellschichten und Zellarten sind nun in der Arbeit von Kroemer einer genaueren Untersuchung unterworfen worden. Bei den Zellarten wurden Zellwand und Protoplast untersucht. Die Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis wurden nach Entwicklungsgeschichte und definitivem Bau erforscht, und die Beziehungen zwischen der Entwicklungsgeschichte dieser Gewebe in den verschiedenen Wurzeln festgestellt.

Herr Prof. Meyer hatte schon der Arbeit Kroemers eine Anschauung über die physiologische Leistung des Epiblems, der Interkutis und der Primär- und Sekundärendodermis mit auf den Weg gegeben, welche vorzüglich auf S. 128 und 129 der Kroemerschen Arbeit kurz umschrieben ist. Sie stellt durchaus das physiologische Verhalten dieser Schichten gegen die in Wasser gelösten Stoffe in den Vordergrund der Betrachtung und faßt das Verhalten dieser Zellschichten gegen das Wasser sowie deren mechanische Eigenschaft als für die Erklärung der Morphologie und Topographie derselben nebensächlich auf. Was an dieser Auffassung Neues und Altes (z. B. S. 129, S. 133) ist, und was für und gegen dieselbe vorzubringen ist (S. 129 u. f.), findet sich bei Kroemer erörtert. Sie soll vorläufig durchaus nur

als heuristisches Moment gewürdigt werden. Auch für meine Arbeit, sowie für die Arbeiten über unseren Gegenstand, die noch im Entstehen begriffen sind, hat die Hypothese wesentliche Dienste geleistet. Da diese, wie Herr Prof. Meyer aus einer Bemerkung Haberlandts (Physiologische Pflanzenanatomie, 1904, S. 353), sowie aus den Kapiteln II und III D dieses Werkes hervorzugehen scheint, zum besseren Verständnis wohl noch einmal einer kurzen Zusammenfassung bedarf, so soll diese mit den Worten des Herrn Prof. Meyer hier nochmals Platz finden. Weil sie sich an die ebenfalls im primären Bau verharrenden Farnwurzel am besten anschließen, sollen die hoch entwickelten Wurzeln der Monokotyledonen in den Vordergrund der Betrachtung gestellt werden. Herr Prof. Meyer sagt also:

„Die Monokotyledonenwurzel, welche, wenn sie genügend alt ist, an der Spitze (oben) als ein Organ für die Aufnahme des Bodenwassers und dessen Salzen fungiert, an der Basis (unten) dagegen nur Leitungsorgan für Wasser und Nährstoffe ist, wird überall von einer Lösung der Nährstoffe durchflutet, welche sich in den Membranen der Zellen bewegt. Oben ist sie von einer, das Bodenwasser aufnehmenden, Rhizodermis bedeckt, deren verbreitetste Unterart das Epiblem ist. Letzteres besteht aus einer Schicht von Epiblemzellen, welche niemals von einer Kutikula bedeckt sind. Als eine partielle Ausstülpung der Außenwand dieser Zellen, deren Membranstruktur meist völlig mit der Struktur der Außenwand der Epiblemzelle übereinstimmt, ist das Wurzelhaar zu betrachten. Die Protoplasten des Epiblems bewirken die Aufnahme des Wassers und, mit Auswahl, der Bodensalze, und so fließt auch in den Radialwänden fortgesetzt in zentripetaler Richtung ein Wasserstrom, so daß von vorneherein durch sie kein Austritt von Reservestoffen in das umgebende Wasser erfolgen wird, doch finden wir in manchen Fällen Verstopfung der Membranen an passenden Stellen durch Kutisierung etc. Auch findet der Membranstrom der Nährstoffe allermeist einen mechanischen Widerstand an Membranverstopfungen, welche die Interkuten in ihren Zwickeln und Radialwänden ausführen. Diese gerade bei Wurzeln feuchter Standorte am besten ausgebildeten Interkuten liegen direkt unter dem Epiblem und sind schon während der lebhaften Aufnahmetätigkeit des letzteren mit einer ringsum laufenden Suberinlamelle versehen, welche den Durchtritt von Reservestoffen nach den Epiblemzellen mechanisch verhindert, Wasser jedoch wahrscheinlich noch reichlich hindurch lassen kann, wenn es der Protoplast gestattet. Zwischen den so geschlossenen Interkutiszellen finden sich besonders organisierte Kurzzellen, oder es bleiben wohl auch nur Interkutiszellen offen, welche den Austritt der Nährstoffe mittelst ihres Protoplasten verhindern, den Eintritt der Nährsalze gestatten und regulieren, den des Wassers vielleicht erleichtern.

Im radialen Leitbündel der Wurzel fließt, dem Wasserstrom entgegen, der Strom der Reservestoffe. Daß er nicht nach der Rinde ausweiche, dafür sorgt die Endodermis, welche stets aus prinzipiell gleichen Endodermzellen besteht. Diese können in drei morphologisch und physiologisch ganz verschiedenen Entwickelungszuständen auftreten, von denen jeder für sich dauernd werden kann, so daß wir drei Arten von Endodermzellen zu unterscheiden haben, 1) die Primärendodermzellen, 2) die Sekundärendodermzellen und 3) die Tertiärendodermzellen. Die Primärendodermzellen sind durch das unverkorkte[1], substanziell eigenartige Casparysche Band ausgezeichnet, welches anscheinend den Nährstoffen des Membranstromes den Durchtritt durch die Radialwände der Endodermzellen völlig verschließt, Wasser aber wohl leicht durchläßt.[2] Eine besondere mechanische Bedeutung kommt dem Casparyschen Bande durchaus nicht zu. Die Regulierung des Ein- und Austrittes der verschiedenen Stoffe in Rinde und Leitbündel besorgt der Protoplast der Primärendodermzellen allein.

---

[1] Charakteristisch für den einseitigen Standpunkt Haberlandts ist es, daß er (1904, S. 325) den Ausdruck „verkorkt“ für das Casparysche Band beibehält und sich bemüht, dieses unzweckmäßige Vorgehen zu begründen. Bei kritischer Betrachtung der Kapitel II, V. Abschn. und III D, VII. Abschn. der Aufl. 3 und der entsprechenden Kapiteln der Aufl. 2 wird man auch erkennen, daß die Arbeit Kroemers überhaupt in eigenartiger Weise in der physiol. Pflanzenanatomie Haberlandts Berücksichtigung gefunden hat.

[2] Wie Herr Rumpf zeigt, tritt bei den Farnen in Übereinstimmung mit dieser Anschauung der Casparysche Streifen zuerst über den Siebröhren auf.

In etwas älteren Teilen der Wurzel können sich nun die Primärendodermzellen in Sekundärendodermzellen verwandeln, ähnlich wie sich oft Parenchymzellen im späteren Alter durch Auflagerungen von besonders gestalteten Verdickungsschichten in Sklerenchymelemente verwandeln können. Diese Verwandlung geschieht wesentlich dadurch, daß eine rings geschlossene, sich fest mit dem Casparyschen Streifen verkittende Suberinlamelle der Wand der Primärzelle aufgelagert wird. Durch diese Suberinlamelle wird der Protoplast entlastet, denn sie hindert nach meiner Meinung den Durchtritt von Nährstoffen durch die Tangentialwände, während sie dem Durchtritt des Wassers wohl kaum einen erheblichen Widerstand entgegensetzt. Der Schluß der Endodermis (für den Durchtritt von Nährstoffen) durch die Ausbildung von Sekundärendodermzellen findet zuerst in Längsstreifen über den Siebsträngen statt, um dort den direkten Austritt der Reservestoffe nach der Rinde aufzuheben, und vollzieht sich von da aus nach den Tracheensträngen zu, soweit als es das Bedürfnis des Nährstoffaustausches zwischen Rinde und Leitbündel gestattet. So kommt es zustande, daß die Endodermis an der Spitze der Wurzel, in welcher das mit Nährsalzen beladene Wasser, den eventuellen Reservestoffen, die nach der Rinde ausweichen möchten, entgegen nach den Tracheen strömen soll, am weitesten offen bleibt, unten mehr und mehr sich schließt. Die Primärendodermzellen, welche in dem Gewebe der Sekundärendodermzellen liegen, ermöglichen und regulieren die Nährstoffwanderung durch die Endodermis und gestatten vielleicht auch einen etwas leichteren Wasserdurchtritt.

Bei morphologisch und physiologisch hoch entwickelten Wurzeln wird zuletzt auch die Endodermis in zweckmäßiger Weise zugleich zu einer mechanisch schützenden Sklerenchymschicht umgebildet, indem die Sekundärendodermzellen durch weitere Auflagerung von dicken Lagen von Celluloselamellen auf die Membran zu Tertiärendodermzellen werden. Nur diese Tertiärendodermzellen also sind auch für die Festigung der Wurzel und für den mechanischen Schutz des Leitbündels wirkende Elemente."

Schon bei Beginn der Arbeit von Kroemer hatte Herr Prof. Meyer die Absicht, die bei den Angiospermen vorliegenden Verhältnisse mit denen vergleichen zu lassen, die sich bei andern wurzelbildenden Pflanzengruppen vorfinden; ich habe schon vor Abschluß der Arbeit Kroemers mit der vorliegenden begonnen und außerdem sind verschiedene andere seiner Schüler mit der Bearbeitung der Morphologie und Physiologie der Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Wurzeln und Achsen beschäftigt. Mir fiel die Untersuchung der lepto- und eusporangiaten Farne zu (mit Ausschluß der Marsiliaceen und Salviniaceen).

Mit Rücksicht darauf, daß wir in den lebenden Farnen wenig veränderte Vertreter einer alten Pflanzengruppe vor uns haben, die lange vor den Angiospermen bestand, erschien es besonders interessant, die Farnwurzel bezüglich des Vorkommens, des Baues und der Entwicklungsgeschichte der für die Angiospermen so genau untersuchten Zellformen und Zellschichten zu prüfen. Es war von vornherein zu erwarten, daß die Farnwurzeln in den von uns ins Auge zu fassenden Momenten einfacher sein mußten als die Angiospermenwurzeln, und da die Eusporangiaten nachweislich die paläontologisch älteren sind als die Leptosporangiaten, so war zu erwarten, daß diese die komplizierten, jene die einfacheren Verhältnisse zeigen würden. Es mußten sich dann weiter unter anderem Anhaltspunkte dafür ergeben, welche von den bei den Angiospermen beobachteten Erscheinungen als die älteren, welche als die später erworbenen zu betrachten sind, und es mußte sich zeigen, ob die bei den Farnen auftretenden Bildungen alle als Vorläufer der bei den Angiospermen vorkommenden angesehen werden können, oder ob die Differenzierung der Zellarten und Gewebe, die wir hier berücksichtigen, bei den Farnen andere Wege eingeschlagen haben als bei den Angiospermen.

Die vorliegende, unter Leitung des Herrn Prof. Arthur Meyer im botanischen Institut der Universität Marburg entstandene Arbeit hat in der Tat in letzt erwähnter Richtung einige interessante Resultate ergeben. Unter anderem ist für die Rhizodermis der Farne nachgewiesen worden, daß sie prinzipiell der der Angiospermen gleicht; ihre Aufzellen verhalten sich ähnlich wie die Aufzellen von Drosophyllum, Nepenthes und Myriophyllum unter den Angiospermen (Kroemer, S. 15). Es gibt bei den Farnen aber nur zwei Typen, während bei den Angiospermen eine große Anzahl von komplizierten Bau-

typen der Aufzellen, bezw. von deren Wänden zu verzeichnen ist. Von Hypodermen habe ich nur ein paar eigenartige Fälle gefunden, und Interkuten, sowie Interkutiszellen habe ich in keinem Falle beobachtet. Letztere Zellart scheint also phylogenetisch relativ spät entstanden zu sein. Interessante Resultate ergab die Untersuchung der Endodermen. Es zeigte sich, daß Primär- und Sekundärzustand der Endodermzellen in allen Stücken dem der Angiospermen glich. Nur fand sich in vielen Fällen im Sekundärzustand statt der ringsherum erfolgenden Auflagerung einer Korklamelle eine einseitige Auflagerung der letzteren, die aber in interessanter Weise die gleiche feste Verbindung mit dem Casparyschen Band eingeht, wie sie von Kroemer (S. 100) für die Suberinlamelle der Angiospermen nachgewiesen worden ist. Auffallenderweise fehlt den Sekundärendodermzellen eine der Suberinlamelle aufgelagerte „Celluloselamelle“ stets. Wir dürfen vielleicht die Sekundärendodermzellen mit halber Korklamelle als ein phylogenetisches Vorstadium des Baues der Sekundärzellen bei den Angiospermen betrachten. Tertiärendodermzellen scheinen bei den Farnen niemals vorzukommen. In Übereinstimmung mit dem über das phylogenetische Alter der eusporangiaten und leptosporangiaten Filicinen Gesagten ist noch hervorzuheben, daß in der Tat die phylogenetisch älteren eusporangiaten Formen nur Primärendodermzellen besitzen, während alle leptosporangiaten Filicinen mit Ausnahme der relativ alten Familien der Osmundaceen, vielleicht auch der Hymenophyllaceen, Sekundärendodermzellen besitzen.

Ich beginne die Darstellung der Resultate meiner Arbeit damit, daß ich einen kurzen Überblick über die äußere Morphologie des Wurzelsystems der Farne und über den anatomischen Bau der Farnwurzel gebe.

Eine typische Farnwurzel[1] besitzt eine Wurzelhaut in Gestalt eines Wurzelhaare führenden, braunwandigen Epiblems. Eine typische Hypodermis wird, wie mir meine Untersuchungen zeigten, fast niemals ausgebildet, nur bei den Wurzeln von Onoclea sensibilis und Cystopteris fragilis können wir von einer solchen sprechen. Einige Formen verdicken und bräunen ihre peripheren Rindenschichten, die dann einen hypodermalen Charakter annehmen. Wir werden sie unter dem Namen „hypodermatische Rindenschichten“ beschreiben. Das Rindenparenchym der Farnwurzeln ist entweder durchweg dünnwandig und dunkelbraun, oder es zerfällt in eine äußere, dünnwandige Partie und in eine innere, stark sklerenchymatisch verdickte Zone, die im V. Kapitel dieser Arbeit behandelt wird. An das Rindenparenchym schließt sich eine typische Endodermis an. Das Leitbündel ist gewöhnlich von diarchem Bau.[2] Etwa in den Brennpunkten seines elliptischen Querschnittes werden die ersten Tracheen angelegt, deren zentripetale Ausbildung relativ langsam erfolgt (Taf. IV, Fig. 83, 86 t). Der englumige Siebteil besteht aus zwei mondsichelförmigen Komplexen, die symmetrisch im oberen und unteren Teil der Ellipse liegen. Leitbündelparenchym begleitet rings die Gefäße, trennt sie von dem Siebteil und grenzt auch in den meisten Fällen an die Endodermis. Die periphere Lage des Parenchyms ist wohl als Pericykel bezeichnet worden.

Die Wurzeln sind, mit Ausnahme der Keimwurzel, Adventivgebilde; sie entstehen meistens aus der Achse, seltener aus den Basalstellen der Blattstiele und werden auch hier vor der Ausbildung der Blätter angelegt. Wurzellos sind einige Hymenophyllaceen; es sind bei diesen nur Rhizoide vorhanden. Ein lederartiges, gelbes Aussehen haben die Wurzeln von Ophioglossum, Botrychium, Angiopteris, Marattia. Bei den leptosporangiaten Farnen sind sie braun bis schwarz, nur die Spitze hat stets ein hellgelbes Aussehen.

---

[1] Wenn ich von einer typischen Farnwurzel spreche, so denke ich dabei an Wurzeln aus der Klasse der leptosporangiaten Filicinen, die durchschnittlich einheitlich gebaut sind. Auf die abweichenden Bildungen der Wurzeln der eusporangiaten Filicinen gehe ich bei Besprechung der einzelnen Gewebeschichten ein.

[2] Ophioglossum vulgatum hat, wie bekannt, ein monarches Leitbündel; bei Botrychium Lunaria war monarcher, diarcher und triarcher Bau zu beobachten. Triarches Leitbündel haben nach meinen Untersuchungen ferner Aspidium falcatum, Dennstaedtia davallioides, Didymochlaena lunulata, Gleichenia flabellata, Gl. polypodioides (nach Russow 1872. S. 97), und bisweilen Todea barbara. Gleichenia glauca besitzt pentarchen Bau (nach Russow 1872. S. 97), ebenso Angiopteris evecta und die Wurzeln von Marattia alata. Hexarchen Bau zeigen Trichomanes radicans, Helminthostachys zeylanica (nach Farmer und Freemann 1898. S. 441), und die Wurzelzweige von Marattia alata.

Die Lebensdauer der Wurzeln kann unter Umständen eine recht lange werden; für baumartige Farne ist sie nach Lachmann (1889) eine überraschend lange. Poirault (1893, S. 115) erwähnt, daß die Wurzeln der Ophioglossen 20—25 Jahre tätig sind. Bei Ophioglossum vulgatum korrespondiert die Bildung der Wurzel mit der der Blätter. In jedem Jahr wird nur ein Blatt hervorgebracht und ebenso eine neue Wurzel, so daß die Zahl der Wurzeln das Alter der Pflanze angibt. Meine Beobachtungen an einem Stock mittlerer Größe von Struthiopteris germanica zeigten mir noch 3 Jahre alte tätige Wurzeln. Die Anlage von Wurzelzweigen geschieht aus einer einzigen Endodermzelle, die genau gegenüber den Gefäßgruppen liegt. So kommt es, daß man bei den Farnen die Wurzelzweige in zwei entgegengesetzten Längsreihen angeordnet findet. Wurzeln ohne Wurzelzweige besitzen Botrychium und Ophioglossum, dagegen ist für beide häufig dichotomische Verzweigung beobachtet worden. Nur für Botrychium daucifolium erwähnt van Tieghem et Douliot (1888, S. 389) einige Fälle von Bildung eines Wurzelzweiges. Wie bei den Phanerogamenwurzeln, so können wir auch bei allen typischen Farnwurzeln 4 Regionen unterscheiden, nämlich: 1) Spitze, die den Vegetationspunkt birgt, 2) die kurze, wachsende Region (2—10 mm lang), 3) die von intakten Wurzelhaaren besetzte Zone und 4) die Region, in welcher die Wurzelhaare, die nur kurze Lebensdauer haben, schon abgestorben sind (Göbel, 1898, S. 468). Um ein Bild von der Ausgestaltung eines vollständigen Wurzelsystems zu geben, und um die nach Alter und Funktion verschiedenartigen Wurzeln zu charakterisieren, will ich hier eine Beschreibung eines Wurzelstockes von Struthiopteris germanica folgen lassen.

Ein Stück Ausläufer von 15 cm Länge wurde im Mai 1903 aus dem Boden entnommen. An seiner aufrechten Spitze sitzen 7 große diesjährige Wedel, sowie die Basen abgestorbener Wedel. Die vegetativen Wedel schließen ihrerseits einen Kranz noch eingerollter, fertiler Wedel ein, der wiederum jüngere Wedel mit dem Vegetationskegel umfaßt. Unmittelbar unter den Wedelbasen entspringen 5, 3—25 cm lange Ausläufer mit ergrünter Endknospe. Die Ausläufer sind mit relativ langen, dicken Niederblättern, nach ein Viertel gestellt, versehen. Von Wurzeln finden wir an diesem Verzweigungssystem folgende Arten. Zwischen den Niederblättern der 5 jungen Ausläufer brechen zahlreiche junge Wurzeln mit gut entwickeltem Vegetationspunkt hervor. Die Wurzeln sind dunkelbraun, nach der Spitze zu heller werdend; der Vegetationskegel ist hellgelb. Die jüngsten Wurzeln sind unverzweigt, erreichen aber bisweilen eine Länge von 7 cm. Das Auftreten von Wurzelhaaren ist sehr verschieden. Einige zeigen schon fast von der Spitze an Haare, andere bekommen sie erst in der Region der Wurzelzweigbildung, wieder andere, gerade die an der Basis des Ausläufers sitzenden und selbst die relativ langen, besitzen überhaupt keine Wurzelhaare. Die ältesten Wurzeln zeigen Verzweigung erster Ordnung, Verzweigung zweiter und höherer Ordnung ist nur selten wahrnehmbar. Diese Wurzeln will ich als Wurzeln von der Form A bezeichnen.[1] Es sind dies einjährige, erst im Frühjahr 1903 ausgebrochene Wurzeln.

Dem alten Ausläufer entspringen zahlreiche, tief dunkelbraune, reich verzweigte Wurzeln zwischen den alten Niederblättern. Die Wurzeln werden ein Alter von 2, höchtens 3 Jahren haben. Die Verzweigung ist meist von 1. Ordnung, selten von höherer, sie beginnt schon ziemlich kurz hinter dem Vegetationspunkt, was bei Wurzeln des ersten Jahres nicht der Fall ist. Die Wurzeln sind nicht so dick wie die Wurzeln des 1. Jahres des Rhizoms, die ich später als Form C bezeichne, noch wie die den 5 Ausläufern entspringenden jungen Wurzeln. Sie sind bis 16 cm lang. Ihr Vegetationspunkt ist intakt, hat aber nicht mehr die helle Farbe wie bei den jüngeren Wurzeln. Gleichfalls zu dieser Klasse von Wurzeln will ich Wurzeln rechnen, die den Basen älterer Wedel entspringen, reich verzweigt sind und guten, aber dunkeln Vegetationspunkt haben. Sie zeichnen sich besonders durch viele, äußerst lange Zweige an ihren Basen aus. Die so beschriebenenen Wurzeln will ich als Form B bezeichnen. Es werden dies zweijährige Wurzeln sein, die wohl jetzt nur zum Haften dienen, und deren Tätigkeit in der Vegetationsperiode des Jahres 1902 lag.

[1] Ich führe diese Bezeichnungen ein, um die Wurzeln bei späteren Untersuchungen in dieser Arbeit auseinanderzuhalten.

Dem Stammende entspringen nun zahlreiche, lange (bis 28 cm), auf größere Strecken noch unverzweigte Wurzeln. Diese haben einen guten Vegetationspunkt mit heller Farbe, die die Wurzel bis weit hinauf beibehält. Ich will sie als Form C bezeichnen. Sie sind es, die wesentlich in diesem Jahre (1903) den Pflanzen die Nährstoffe zuzuführen haben. Diese Wurzeln werden wohl schon im Herbst des vorhergehenden Jahres oder während des Winters entstanden sein. Auffallend bleibt nur, daß sie bis zum Mai 1903 schon eine so beträchtliche Länge erreicht haben.

Das Stammende stellt einen Kegel dar mit aufsteigender Dachung der Blattbasen. Am äußersten, den Fuß des Kegels einnehmend, sitzen die Blattbasen abgestorbener Wedel rings zu 7 in einem Kreis. Entfernt man diese, so zeigen sich jetzt kurze, dicke Wurzeln — Form D —, die den Basen der vegetativen Wedel, sowie der noch nicht ausgebildeten Wedel entspringen. Diese Wurzeln D sind vielfach plattgedrückt durch die darauf lagernden Wedelbasalteile, zwischen welchen sie hervordringen müssen. Sie haben einen äußerst hellen Vegetationspunkt und sind von der Länge einiger Millimeter bis zu 2 cm. Es sind dies die jüngsten, erst im Frühjahr 1903 entsprungenen Wurzeln. Selbst den Basen ganz junger Wedel entspringen Wurzelspitzen von einigen Millimetern Länge.

Wie bei Struthiopteris, so werden auch bei anderen Farnen die ersten jungen Wurzeln für die nächste Triebperiode schon gegen Ende des vorhergehenden Jahres ausgebildet. So fanden sich junge Wurzeln gegen Ende Dezember bei Gewächshauspflanzen von Trichomanes, Lomaria, Platycerium etc.

Von Nephrolepis tuberosa hatte ich eine Wasserkultur angesetzt, die ich auch hier kurz beschreiben will, da ich Wurzeln derselben an späterer Stelle untersuche.

Ein kleines Pflänzchen von Nephrolepis tuberosa wurde am 9. Februar 1903 in ein mit Knopscher Nährlösung gefülltes Gefäß gesetzt. Die Kultur kam gut fort; erst gegen Ende des Jahres begannen die Blätter, von denen sich mehrere neu gebildet hatten, krankhaft zu werden und zu vergilben. Die schon vorhandenen Wurzeln wuchsen weiter, und es bildeten sich reichlich neue mit guten, hellen Wurzelspitzen. Selbst Ausläufer mit jungen, grünen Wedelknospen entsprangen dem Stammende, die aber, da sie gezwungen waren, unter Wasser fortzuwachsen, sich nicht weiter entwickelten. An ihnen bildeten sich auch die für Nephrolepis tuberosa typischen Knollen. Gegen Ende Juli 1903 fand sich bei näherer Betrachtung des reich verzweigten Wurzelsystems, daß fast sämtliche Wurzeln, denen ehemals die Hauptfunktion zukam, und die stark entwickelt waren, jetzt an der Spitze abgestorben waren. Sie haben sich aber reichlich verzweigt und sehr lange Wurzelzweige 1. Ordnung gebildet, die sich nochmals verzweigen. Die Wurzelzweige sind bis 8 cm lang, wogegen das Stück der abgestorbenen Wurzel 6 cm lang ist. Die Wurzelhaarbildung (s. auch Kap. II) der in Wasser gewachsenen Wurzelzweige 1. und 2. Ordnung ist sehr spärlich. Sie beginnt bei ersteren im Abstand von ca. 2—3 mm.

Die in dieser Arbeit anatomisch untersuchten Wurzeln wurden in 80 % Alkohol eingelegt, und dieses Material wurde gewöhnlich zur Untersuchung verwandt. Nur in einzelnen Fällen wurde auch direkt frisches Material benutzt, und wird dies an den betreffenden Stellen besonders erwähnt. Ich untersuchte so die Wurzeln von 50 Gattungen mit 110 Arten.

II. Das Epiblem.

Die Wurzelhaut der Farne ist durchweg ein normales, einschichtiges Epiblem. Es ist dies die Zellschicht, welche in den Arbeiten von Poirault, Russow und van Tieghem über Farne als „assise pilifère“ bezeichnet wird. Die Initiale für das Epiblem (Taf. IV, Fig. 94 ep) wird nach van Tieghem (1888, S. 370) sehr früh, fast gleichzeitig mit der Initiale für die Endodermis abgesondert. Schon im 3. Stadium der Teilung eines von der Scheitelzelle abgeschnürten Segments erfolgt die definitive Ausbildung der Epibleminitiale. Von der Scheitelzelle werden durch zu den Seitenwänden parallele Teilwände in successiver Weise Segmente abgeschnürt. Ein derartiges Segment

erleidet zunächst durch eine antikline Wand eine Zweiteilung (1. Stadium der Teilung) [Taf. IV, Fig. 94. 1.] In der nach innen gelegenen Zelle tritt alsdann eine weitere antikline Wand auf (2. Stadium [Taf. IV, Fig. 94. 2]. Es sind so 3 Zellen entstanden, von denen die innerste zur Initiale des Leitbündels (c) wird. Nunmehr trennt sich aus der äußeren der 3 Zellen durch eine antikline Wand die Initiale für das Epiblem ab, während aus der mittleren durch eine mehr nach innen zu gelegene Wand die Initiale für die Endodermis abgekammert wird (3. Stadium) [Taf. IV, Fig. 94. 3. ep, e]. Das Übrige wird Rindenparenchym. Gleichzeitig hiermit wird aus der innersten der 3 Zellen, der Initiale für das Leitbündel, in gleicher Weise die Initialzelle für das sogenannte Pericykel herausdifferenziert. Es ist dies die Ansicht van Tieghems (1888, S. 370) und Rosens (1895), während Lachmann (1885, S. 605) und Strasburger (1891, S. 443) behaupten, daß Endodermis und Pericykel aus einer gemeinsamen Initiale hervorgehen.

Auf Grund ihres anatomischen Baues haben wir nach meinen Untersuchungen 2 Typen von Epiblemzellen bei den Farnwurzeln zu unterscheiden. Der erste Typus ist durchweg den leptosporangiaten Filicinen eigen und wird charakterisiert durch ein dünnwandiges, dunkel- bis hellbraun gefärbtes, relativ kleinzelliges Epiblem, das ohne Ausnahme Wurzelhaare trägt. Der 2. Typus, welcher bei den eusporangiaten Filicinen vorkommt, wird dargestellt durch ein farbloses, relativ großzelliges Epiblem, mit dicker, geschichteter und außen verschleimender Außenwand, die nur in seltenen Fällen Wurzelhaare hervorbringt. Wir wollen beide Typen getrennt besprechen und an vereinzelten Beispielen auf Besonderheiten hinweisen.

Das zuerst genannte Epiblem, das der leptosporangiaten Filicinen habe ich bei 46 Gattungen aus 6 Familien untersucht; nur aus der Familie der Parkeriaceen stand mir kein Material zur Verfügung. Überall erwiesen sich die Epiblemzellen als dünnwandig und hell- bis dunkelbraun gefärbt.

Auf dem Querschnitt betrachtet, zeigt sich die Außenwand etwas vorgewölbt. Die Epiblemzellen sind meist kleiner als die der angrenzenden Rindenzelllagen und fast von gleicher tangentialer wie radialer Breite. Ihre Querschnittsform ist die eines Vierecks bezw. Fünfecks. So liegen gewöhnlich 2—3 Epiblemzellen über einer Rindenzelle, wie dies bei Aspidium Filix mas (Taf. I, Fig. 1), Athyrium Filix femina u. a. der Fall ist. Von größerem Zelllumen sind dagegen z. B. die Aufzellen von Cystopteris fragilis (Taf. I, Fig. 2) und Onoclea sensibilis, und auf dem Querschnitt stark tangential gedehnt erweisen sich die Aufzellen von Acrostichum axillare. Die radiale Breite schwankt bei den von mir untersuchten Formen zwischen 15 bis 45 μ, die Breite in tangentialer Richtung zwischen 10 bis 65 μ. Von der Fläche betrachtet zeigt sich das Epiblem als recht verschiedenartig gestaltet. Am häufigsten ist ein Epiblem, dessen Zellen unregelmäßig gestaltet sind, und bald längere, bald kürzere, doch stets vierseitige Zellen zeigt. Die Länge der Zellen schwankt sehr, so bei Aspidium Filix mas 90—170 μ, Athyrium Filix femina 110—200 μ, Dennstaedtia davalliodes 40—100 μ (Taf. I, Fig. 4), Grammitis Ceterach 170—280 μ. Von eigentlichen Kurzzellen ist bei dieser Art von Epiblem jedoch nicht zu sprechen. Eine andere Flächenansicht bietet z B. das Epiblem von Asplenium alatum (Taf. I, Fig. 3), dessen Zellen, von der Fläche gesehen, ziemlich gleichmäßig geformt sind, von etwa quadratförmiger Gestalt; nur selten sind längliche Zellen eingesprengt. Die Epiblemzellen nehmen so fast vollkommen die Gestalt eines Kubus an, da Länge, radiale und tangentiale Breite nur wenig voneinander verschieden sind. Diese Art von Epiblem besitzen ferner Acrostichum axillare, Didymochlaena lunulata, Goniophlebium glaucophyllum, Neottopteris australasiaca, Platycerium Stammaria und Selliguea Fée i. Kürzere und längere Aufzellen setzen das Epiblem von Trichomanes radicans (Länge der Aufzellen 50—170 μ) und von Ceratopteris thalictroides (Länge der Aufzellen 85—320 μ) zusammen. Ein Epiblem mit typischen Lang- und Kurzzellen ist allein zwei Vertretern der Familie der Schizaeaceen, Aneimia Phyllitidis und Mohria caffrorum, eigen. In der Aufsicht wechseln kurze quadratförmige oder runde Zellen mit langgestreckten, länglichen ab. Erstere tragen allein die Wurzelhaare. Diese Kurzzellen sind zuweilen förmlich zwischen die länglichen Zellen hineingesprengt. Die Länge der Kurzzellen beträgt bei Aneimia 40—50 μ, bei Mohria 45—65 μ, die

der Langzellen bei ersterer Form 120—290 μ, bei letzterer 220—270 μ. Die Membranen der Epiblemzellen sind unter sich von ziemlich gleicher Dicke. Ich habe die Dicke der Außenwände bei 46 verschiedenen Formen gemessen, und schwankte die Dicke der Außenwand der Aufzellen von 0,2—0,8 μ. So betrug sie bei

Balantium antarcticum . . .	0,2 μ
Aspidium Filix mas	0,5 μ
Grammitis Ceterach	0,5 μ
Lomaria gibba	0,3 μ
Onoclea sensibilis	0,6 μ
Scolopendrium vulgare . . .	0,8 μ
Struthiopteris germanica . . .	0,2 μ
Osmunda regalis	0,3 μ etc.

Dickere Außenwände wurden nur gefunden bei

Ceratopteris thalictroides . . .	1 μ
Pellaea Wrightii	1 μ
Blechnum brasiliense	2 μ
(bei in die Luft ragenden Wurzeln)	
Trichomanes radians	3 μ

Für die Dicke der Außenwand der Aufzellen bei den Angiospermen gibt Kroemer (S. 13) die Zahlen 0,27— 4 μ an.

Bei Trichomanes erwies sich auch die Außenwand als geschichtet. Ferner zeigen sich hier in der Außenwand, von der Fläche betrachtet, unregelmäßige, hellere und dunklere, quergestellte Streifen. Es wird dies auf einem Zerreißen der äußersten Lamelle der Aufzellenwand bei der Längsstreckung der Zelle beruhen. Die gleiche Erscheinung zeigte sich auch bei Fadyenia prolifera (Taf. I, Fig. 5). Die Querwände der Epiblemzellen sind anfangs glatt mit runden Tüpfeln; später wird, wie ich dies für Onoclea sensibilis beobachten konnte, auch ein Leistenwerk wie auf den Wandungen der Parenchymzellen aufgelagert, mit länglichen Tüpfeln darin.

Eine Kutikula kommt der Wurzelhaut der Farne ebensowenig zu wie der der Angiospermen. Wie schon erwähnt, ist die Membran der Epiblemzellen mit den der Farnwurzel eigentümlichen braunen Farbstoffen imprägniert, die nach Walter (1890, S. 15) Phlobaphene sind. Poirault (1893, S. 117) gibt an, daß die Wurzelhaare der Farne im Alter eine sehr charakteristische braune Farbe annehmen, „due à l'imprégnation des membranes par une substance désignée sous le nom très impropre d'acide filicitannique." Meinen Beobachtungen nach tritt aber die Braunfärbung schon sehr früh auf. Karsten (1895, S. 174) sieht in den Membranen der Wurzelhaare und Rindenzellen eine Modifikation verkorkter Wände, „die eine Mittelstufe zwischen Kork und Cellulose darstellt." Er bezeichnet sie als „leicht verkorkt". Er zeigt schon, daß diese Eigenschaft den Wurzelhaaren und dem Epiblem von ihrem ersten Auftreten gleich hinter dem Scheitel zukommt. Er hält diese Wände leicht für Wasser durchlässig, „denn sonst könnten sie eben nicht in Wurzelhaaren Verwendung finden." Er erwähnt auch die Einwirkung von Reagentien auf diese braunen Membranen, und stimmen seine Beobachtungen mit den meinigen überein. Selbst tagelanger Einwirkung von Schwefelsäure leisten die Membranen Widerstand. Chromsäure greift dagegen die braunen Membranen an und löst sie nach einiger Zeit. Kalilauge, auch in erhitztem Zustande, verändert sie nicht; es treten auch, wie ich beobachtete, keine Seifenmassen heraus. Chlorzinkjod ergibt keine Cellulosereaktion. Schon nach kurzer Einwirkung von Eau de Javelle (5—10 Min.) verschwindet die Braunfärbung; die Membranen bleichen, sind nunmehr in Schwefelsäure verquellbar und löslich und geben mit Chlorzinkjod reine Cellulosereaktion, mit Sudan aber, wie ich sah, keine Färbung.

Aus diesen Reaktionen läßt sich kein Schluß auf die Natur dieser braunen Stoffe, mit denen die Membranen imprägniert sind, ziehen. Es ist ein speziell für die Zellmembranen der Farne typischer

Stoff, ähnlich wie es das Sphagnol nach Czapek (1899, S. 362) für die Membranen der Mooszellen ist. Daß es derselbe Stoff sei, soll selbstverständlich damit nicht gesagt sein. Mit Eisenchlorid tritt übrigens auch bei den Farnen wie bei den Moosen eine Schwärzung der Membranen ein. Wie die braunen Stoffe der Membranen der Epiblemzellen verhalten sich alle Stoffe, welche die übrigen Zellmembranen der Farne braun färben, und brauche ich bei Besprechung dieser nur auf das hier Gesagte hinzuweisen.

Die Membranstruktur und das Fehlen einer Kutikula wird verständlich werden, wenn ich die „endogene" Entwicklung der Epiblemzellen beschreibe. Sie läßt sich auf Querschnitten verfolgen, die durch den Vegetationspunkt der Wurzeln geführt wurden und uns gestatten, die Verschleimung der Zellen der Wurzelhaube, sowie die embryonale Anlage der verschiedenen Gewebeschichten zu verfolgen. Taf. I, Fig. 7 stellt einen solchen Querschnitt für Onoclea sensibilis dar. Wir sehen noch 4 Zellschichten der Wurzelhaube (w), von denen die äußerste zu verschleimen beginnt. Die Verschleimung der Zellen der Wurzelhaube erstreckt sich von der äußersten Schicht weiter auf die übrigen Zellschichten der Haube, bis schließlich die der innersten Schicht der Haube und dem Epiblem gemeinsame Membran verschleimt, und das Epiblem frei nach außen das Gewebe der Wurzel abschließt (Taf. I, Fig. 6 ep). Die Epiblemzellen sind in diesen Stadien noch ziemlich gleichmäßig gestaltet und wie alle Zellen mit großem Zellkern und reichlichem Protoplasma versehen. Sie sind im Meristemzustande farblos. Die Braunfärbung greift von den kollabierenden Zellen der Wurzelhaube auf die Epiblemzellen über, deren Außenwand sich zunächst bräunt. Schleimreste von den Wurzelhaubenzellen liegen dem Epiblem noch auf. Von den gebräunten Epiblemzellen aus schreitet die Braunfärbung auf die Zellen der Rinde fort. Bei dem sonst sich ganz verschiedenartig verhaltenden Epiblem von Ophioglossum vulgatum habe ich in gleicher Weise die Entwicklung der Epiblemzellen an der Hand von successiven Querschnitten untersucht, und liegen hier die gleichen Verhältnisse vor. Die Figuren Taf. I, Fig. 10, 15 erläutern den hier geschilderten Vorgang besonders gut. Es leuchtet ein, daß nach dieser Entwicklungsgeschichte der Außenwände der Epiblemzellen eine Kutikula an Stelle der Schleimschicht neu entstehen müßte, wenn sie ausgebildet werden sollte, und daß man wohl auf allen Wurzeln im Jugendzustand Reste von Schleim finden wird.

Das Farnepiblem der leptosporangiaten Farne führt durchweg Wurzelhaare, nur bei Gleichenia flabellata konnte ich keine Wurzelhaare entdecken.[1] Die Wurzelhaare besitzen eine einfache, dünnwandige, braune Zellmembran, die nur an der Spitze des Haares farblos ist und dort aus reiner Cellulose besteht (siehe auch Sadebeck in Engler-Prantl 1902, S. 63). Poirault (1893, S. 118) schreibt, daß die Membran der Wurzelhaare aus 2 Schichten zusammengesetzt sei, einer inneren Celluloseschicht (mit Chlorzinkjod blau) und einer äußeren, die den Charakter der „membranes gélifiées" repräsentiert und sich mit Chlorzinkjod gelb färbt. Diese Schicht solle der epidermalen Kutikula der höheren Pflanzen entsprechen. Nach Schwarz sollen die den in Luft befindlichen Stämmen entspringenden Wurzeln mit einer Kutikula bedeckt sein, während die im Boden entwickelten Wurzeln diese Schicht durch die schleimige (muqueuse) Schicht ersetzen. Schwarz (1881—1885) hat aber seine Untersuchung über „die Wurzelhaare der Pflanzen" nie auf die Wurzeln der Pteridophyten erstreckt. Eine Schichtung der Membran der Wurzelhaare habe ich bei keiner der von mir untersuchten Formen beobachten können, überall erwies sich die Membran bis auf die Schleimreste als optisch und stofflich einheitlich gebaut.

Nach Poirault (1893, S. 116) soll das Haar am häufigsten aus dem unteren Drittel einer Epiblemzelle entstehen. Dies stimmt durchaus nicht in allen Fällen, denn gerade so häufig konnte ich beobachten, daß die Mitte der Außenwand zum Haar auswuchs. Derselbe Forscher erwähnt in der gleichen Arbeit S. 116, daß das Epiblem bestimmter dicker, den kriechenden Rhizomen von Oleandra nodosa, — Wallichii und — Cumingii entspringender Wurzeln Wurzelhaare hervorbringe, die mit einer Scheidewand versehen, verholzt sind und Chlorophyll enthalten. Bei unterirdischen Wurzeln ist die gewöhnliche Struktur der Wurzelhaare vorhanden. Einer Prüfung dieser Frage konnte ich nicht näher treten, da mir nur unzulängliches Herbarmaterial von Oleandra zur Verfügung stand. Daß auch anderswo eine Abgrenzung des Haares durch eine Querwand auftreten kann, wird von Schwarz (1881—1885, S. 172[2]) für

[1] Es stand mir hier auch nur spärlich Material zur Verfügung, zwei zwar vollkommen unversehrte Wurzeln.

[2] Dies ist die einzige Stelle in der Arbeit, wo der Farne Erwähnung getan wird.

die Haare unterirdischer Stengel der Hymenophyllaceen, sowie für die Rhizoide der Farnprothallien angegeben. Meine eigenen Untersuchungen an Trichomanes radicans und T. parvulum bestätigen die Wahrnehmung von Schwarz. Außerdem konnte ich auch an den Wurzeln dieser beiden Farne häufig durch eine Querwand abgekammerte Wurzelhaare beobachten. Die Querwände treten nie an bestimmten Stellen des Haares auf, bald teilen sie das Haar in der Mitte, bald an seiner Basis. Verzweigte Formen von Wurzelhaaren sind bei Trichomanes radicans und T. parvulum häufig. Gegabelte Wurzelhaare fanden sich vereinzelt bei Asplenium alatum.

Die Häufigkeit der Wurzelhaare, sowie die Länge der einzelnen Haare variiert in mannigfachster Weise bei den verschiedenen Formen. Besonders reich mit Wurzelhaaren ausgestattet, so daß fast jede Zelle deren eins trägt, sind Goniophlebium glaucophyllum, Neottopteris australasiaca, Platycerium Stammaria und Selliguea Fée i. Reichlich Wurzelhaare haben ferner Acrostichum axillare, Athyrium Filix femina, Microlepia hirta, Todea barbara etc. Auffallend spärlich sind sie bei Balantium antarcticum, Dennstaedtia davallioides und Lygodium japonicum. Die Länge der Haare ist relativ groß. Das mehr oder minder starke Auftreten von Wurzelhaaren kann jedoch niemals ein Charakteristikum für die betreffende Pflanze abgeben, denn die Ausbildung von Wurzelhaaren hängt auch von der Natur des Standortes, z. B. seinem Wasserreichtum, ab. Nach Went (1895, S. 10) regen erhöhte Feuchtigkeit der Luft, wie auch anhaltende Dunkelheit die Haarbildung bei Luftwurzeln der Angiospermen an. Die Entwicklung der Wurzelhaare wird jedoch nicht begünstigt, wenn man die Wurzeln in Wasser wachsen läßt. Ich habe auch hierauf geachtet und entsprechende Versuche angestellt. Bei Ceratopteris thalictroides, einer Form, die in Schlamm, also sehr feucht wächst, war die Ausbildung von Haaren an Wurzeln desselben Stockes verschieden. Die einen hatten reichlich Wurzelhaare, die andern waren vollkommen unbehaart. Bei Nephrolepis tuberosa zeigte sich bei in Erde (feucht) gewachsenen Wurzeln reichliche Haarbildung. Es traten lange Wurzelhaare schon im Abstand 1,5 mm beginnend auf. Ebenso ergaben Wurzeln, die Ausläufern entsprungen waren und anfangs in Luft, später auf feuchtem Kies fortwuchsen, reichliche Bildung von Haaren, ebenfalls schon im Abstand 1,5 mm bis 2 mm von der Wurzelspitze. Bei Wurzeln einer in Wasserkultur gezogenen Pflanze unterblieb jedoch die Haarbildung oder war wenigstens sehr spärlich. Es bestätigte sich also hier für die Farne die Wahrnehmung von Went. Auch Schwarz (1881—1885, S. 149) weist auf die gänzliche Unterdrückung der Wurzelhaarbildung bei den Phanerogamen durch zu große Feuchtigkeit hin. Ich stellte sodann folgende Versuche an: Ich führte 3 Ausläufer von Nephrolepis tuberosa, die gewöhnlich frei in die Luft hineinwuchsen, in ein Gefäß ein, das einige Zentimeter hoch mit Wasser gefüllt war. Die Öffnung des Gefäßes wurde mit Glasplatten zugedeckt. Im Gefäß befand sich somit immer eine gesättigte, feuchte Atmosphäre. Den Ausläufern entsprangen kleine Wurzeln, die frei in die feuchte Luft hineinwuchsen. Zwei der Ausläufer wuchsen bis ins Wasser hinein, und war an den Wurzeln, welche diesen entsprangen, nur ganz spärlich Haarbildung zu bemerken. Die Wurzeln des frei in der Luft fortwachsenden Ausläufers waren schon nach 3 Wochen dicht mit äußerst langen Wurzelhaaren besetzt. Dasselbe Resultat ließ sich erzielen bei einem Ausläufer der gleichen Pflanze, den ich auf dieselbe Weise in feuchter Atmosphäre wachsen ließ, wobei ich noch das Glasgefäß verdunkelte. Die Versuche wurden im Hochsommer des Jahres 1903 angestellt.

Schon relativ früh beginnt das Epiblem zu kollabieren. Den Abschluß der Wurzel nach außen bilden im Alter die angrenzenden Rindenzellen, sofern diese mehr oder weniger verdickt und gebräunt sind, oder die stark sklerenchymatisch verdickte innere Rindenzone, wie sie bei einer großen Zahl von Polypodiaceen (s. Kap. V) ausgebildet ist. Zeitlich scheint das Absterben des Epiblems mit der sich vollkommen rings vollziehenden Verkorkung der Endodermis, d. h. dem Schluß der Endodermis zusammenzufallen. Ich habe bei Erledigung letzterer Frage stets auch auf das Absterben des Epiblems geachtet und dies angegeben, soweit es erkenntlich war. Die genaue Region des Absterbens des Epiblems ist nicht leicht anzugeben. Da, wo ich Alkoholmaterial verwandte, konnte ich nur aus dem Verfallzustand des Epiblems auf das Funktionsloswerden dieser Zellschicht schließen. Ich habe durch plasmolytische Versuche an lebendem Material diese Frage vergebens besser zu entscheiden versucht. Für eine 8,7 cm lange Wurzel von Microlepia hirta stellen sich die erwähnten Wechselbeziehungen zwischen Epiblem und Endo-

dermis folgendermaßen: In 3 mm Spitzenabstand[1] sind die ersten Wurzelhaare bemerkbar. Sie treten anfangs spärlich auf und erreichen ihre größte Länge und Häufigkeit bei 3 cm Abstand. Die Wurzel ist bis zur Basis mit Haaren besetzt. Die Endodermis befindet sich bei 3 mm Spitzenabstand noch im Embryonalzustand, bei 3 cm Abstand im Intermediärzustand, und bei 4 cm Abstand von der Spitze tritt Schluß der Endodermis ein. In dieser Region ist das Einschrumpfen der Wurzelhaare wahrzunehmen.

Eine besondere Besprechung verdient noch die Wurzelhaut von Athyrium Filix femina. Sie wird durch ein einschichtiges Epiblem dargestellt, das wie das der andern Farnwurzeln dünnwandig und von Natur aus dunkelbraun gefärbt ist. Es unterscheidet sich von dem typischen Farnepiblem jedoch dadurch, daß es einen intensiv braun gefärbten Inhaltsstoff birgt. Diesen selben Inhaltsstoff treffen wir in einer Schicht hypodermatischer Rindenzellen in der Wurzel von Onoclea sensibilis wieder, und trifft das, was über die Natur dieses Inhaltes dort gesagt wird, auch für das Epiblem von Athyrium zu. Zur Untersuchung wurde auch frisches Material benutzt, so daß man nicht zu dem Schluß kommen darf, es handele sich um eine durch die Einwirkung des Alkohols auf das Alkoholmaterial hervorgerufene Erscheinung. Schneidet man eine Wurzel von Athyrium Filix femina in der Region des noch tätigen Epiblems quer, so findet man sämtliche Epiblemzellen mit einem dunkelbraunen homogenen Inhalt vollgepfropft (Taf. I, Fig. 8 ep). Die an das Epiblem zunächst angrenzenden Rindenzellen bräunen ihre Membranen von der Mittellamelle aus. Ein bis zwei hypodermale Schichten der peripheren Rinde zeigen einen gleichen Inhalt, über den ich bei den Hypodermen näher sprechen will. Von der Fläche betrachtet sind die Epiblemzellen ziemlich groß; Kurz- und Langzellen sind nicht unterscheidbar. Die Zellen sind langgestreckt und tragen reichlich lange, braune Wurzelhaare.

Von Reagentien wurde zuerst Eau de Javelle auf den braunen Inhalt der Epiblemzellen einwirken lassen, das ihn entfernte. Mit Chlorzinkjod gibt ihre Membran nur schwache Cellulosereaktion (Taf. I, Fig. 9), während die Membran der anstoßenden Rindenzellen stark quillt und sich bis auf die Mittellamelle stark violett färbt. Methylenblauglycerin in schwacher Lösung färbt den Inhalt der Epiblemzellen grünblau. In stärkerer Lösung werden die Zellen so intensiv gefärbt, daß sie geradezu eine schwarze Farbe annehmen. Safranin färbt den Inhalt der Epiblemzellen intensiv feuerrot; die gleiche Wirkung läßt sich mit Neutralrot erzielen. Ebenso ergeben sich intensive Färbungen mit Anilinblau, Naphtylenblau und Fuchsin-Jodgrün. Bleiessig, Ferrichlorid, Ferrosulfat und Kaliumbichromat (10 % Lösung) verändern die Inhaltsstoffe der Zellen nicht. In Chromsäure und Schwefelsäure verändern sich die braunen Inhaltsstoffe nicht. Auch Kalilauge (in erhitztem Zustand) bringt keine Veränderung hervor, ebensowenig Chloralhydrat.

Wenn im Alter das Epiblem kollabiert, so haben die anschließenden Rindenzellschichten ihre Membran ziemlich stark verdickt und bilden den Abschluß der Wurzel nach außen.

Anscheinend verhält sich das Epiblem von Onoclea sensibilis, unter dem auch eine Hypodermis mit ähnlichen, braunen Inhaltsstoffen vorkommt, ebenso wie das Epiblem von Athyrium Filix femina. Das Epiblem war bei dem vorhandenen Material, welches im Winter dem Boden entnommen worden war, nur in kollabiertem Zustand anzutreffen.[2] In 5 mm Abstand war das Epiblem schon kollabiert und in $^1/_2$ mm Spitzenabstand gerade von der letzten Schicht der Wurzelhaube befreit. So ist also nur auf ganz kurze Strecke intaktes Epiblem erhalten. Das Lumen der kollabierten Zellen ist mit dem braunen Stoff angefüllt, der sich mit Methylenblauglycerin blaugrün färbt. Da sich wieder andere Epiblemzellen ohne Inhaltsstoffe zeigen, so ist mit Sicherheit nicht zu sagen, ob wir hier die gleiche Bildung wie bei Athyrium vor uns haben.

Wir haben es also hier mit einem braunen Stoff von eigenartigen Reaktionen zu tun, aus denen man vorläufig noch nichts über seine Natur schließen kann; auch über seine Funktion können wir nichts aussagen.

---

[1] Als „Spitzenabstand“ bezeichne ich mit Kroemer (S. 24) stets die Entfernung von der Wurzelspitze.

[2] Für die hier besprochenen Wurzeln ist in dem Kapitel über „Schluß der Endodermis“ die Länge der verschiedenen Entwicklungszonen der Endodermis angegeben. Für Wurzeln, die während der Vegetationsperiode dem Boden entnommen werden, wird das Absterben der Wurzelhaare und des Epiblems, sowie der Schluß der Endodermis nicht so frühzeitig erfolgen.

Den zweiten Typus von Epiblemen finden wir, wie schon erwähnt, nur bei den eusporangiaten Filicinen vor, die in die zwei Familien, Marattiaceae und Ophioglossaceae, zerfallen. Wir haben es hier mit einem von Natur aus farblosen, gewöhnlich großzelligen Epiblem zu tun, dessen Wände bis auf die geschichtete, dicke, von Natur aus gelbe und außen verschleimende Außenwand reine Cellulosereaktion geben. Nur einige Vertreter bringen Wurzelhaare hervor. Eine Kutikula, wie sie die oberirdischen Organe überzieht, finden wir nirgends. Das Rindenparenchym ist ein lockeres, weitlumiges, parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen farblos sind und direkt reine Cellulosereaktion ergeben. Als Material aus der Ordnung der eusporangiaten Filicinen stand mir zur Verfügung: Fam. Ophioglossaceae: Ophioglossum pedunculosum, — vulgatum, Botrychium Lunaria, — ternatum; Fam. Marattiaceae: Marattia alata, Angiopteris evecta. Da kleine Verschiedenheiten zwischen den Epiblemen dieser verschiedenen Formen bestehen, so wollen wir es der Reihe nach bei ihnen besprechen.

Die Oberfläche der Wurzeln von Ophioglossum vulgatum hat ein glattes, lederartiges Aussehen. Wurzelhaare kommen bei keiner Spezies von Ophioglossum vor. Die Entwicklungsgeschichte des Epiblems läßt sich auch hier an Querschnitten durch die Spitze der Wurzel verfolgen. Man erhält die gleichen Bilder, wie ich sie für Onoclea beschrieben habe. Die Radialwände der Epiblemzellen sind wellenförmig gebogen (Taf. I, Fig. 10, 15). Die Zellen der Wurzelhaube, die meist ein rundes bis ovales Lumen haben, lassen Intercellularen zwischen sich. Sehr schöne Bilder lassen sich erzielen, wenn man Querschnitte durch die bezeichnete Region mit Methylenblauglycerin färbt. Es läßt sich so der Übergang der Cellulose in Schleim durch die charakteristischen Färbungen gut verfolgen. Ebenso lassen Färbungen mit Rutheniumrot in deutlicher Weise die noch festen Cellulosebestandteile und eine Schichtung in den verschleimten Membranen erkennen (Taf. I, Fig. 15). Auch Längsschnitte zeigten mir die Verschleimung und Ablösung der Wurzelhaubenzellen von dem Epiblem, das in dieser Region aber noch kurzzellig ist. Im entwickelten Zustand sehen die Epiblemzellen von Ophioglossum vulgatum dann folgendermaßen aus. Sie sind im lebenden Zustand farblos und von relativ großem Lumen wie die Zellen der Rinde. Die Radialwände, wie die inneren Tangentialwände der Epiblemzellen sind dünn, die Außenwand dagegen ist relativ dick, nach außen vorgewölbt. Ihre periphere Partie ist dunkelgelb gefärbt. Die Gelbfärbung ragt auch in die Zwickel der Mittellamelle hinein. Der gelbe Stoff wird nach seinen Reaktionen wohl von ähnlicher Natur sein wie der braune Farbstoff, mit dem das Epiblem und die Zellen der Rinde der leptosporangiaten Filicinen in so auffallender Weise imprägniert sind. Bei Engler-Prantl (S. 454) werden auch die „starken Celluloseverdickungen an der Außenwand" der Ophioglossaceen-Wurzel erwähnt. Diese sollen bei Ophioglossum palmatum fast das ganze Zelllumen ausfüllen. Poirault (1893, S. 124) führt ferner an, daß diese „sclérose" sich zuweilen auf die Seitenwände, in Gestalt einer wulstartigen Verdickung erstreckt. Außerdem sollen nicht selten warzenartige Erweiterungen in das Innere der Zelle hineinragen. Allseitige Verdickungen der ganzen Wandung kommen nach ihm Ophioglossum Bergianum und — ellipticum zu. Hier sind auch die Zellen des Epiblems (assise pilifère) sehr klein gegenüber den Rindenzellen, während bei den andern Arten, wie dies auch bei dem hier zu betrachtenden Ophioglossum vulgatum der Fall ist, das Epiblem aus großen Zellen gebildet ist.

Die Epiblemzellen von Ophioglossum vulgatum haben einen radialen Durchmesser von 20—25 μ, einen tangentialen von 25—40 μ. Von der Fläche betrachtet sind Kurz- und Langzellen nicht zu unterscheiden. Die Zellen sind etwas in die Länge gestreckt, vierseitig und 80— 160 μ lang. Sie besitzen im Jugendzustand einen relativ großen, deutlich sichtbaren Zellkern. Die Querwände der Aufzellen sind teils mit vielen kleinen runden, teils mit schmalen, länglichen Tüpfeln versehen. Die Dicke der Außenwand schwankt zwischen 3,5 und 6,5 μ.

Mit Chlorzinkjod geben die Aufzellen die violett-blaue Cellulosereaktion. Die äußere Partie der Außenwand färbt sich in Gestalt einer lamellenartigen Schicht gelbbraun, die die gesamte Außenwand überzieht, so daß wir meinen könnten, es läge eine Kutikula vor. Die Zwickel der Mittellamelle bleiben gelb gefärbt. Schleimige von Natur aus gelbe Massen liegen der gelbbraun gefärbten Lamelle auf (Taf. I, Fig. 11, 12). Eau de Javelle bleicht die peripheren Wandpartien der Außenwand, löst sie aber nicht weg. Nach Einwirkung von Eau de Javelle, 3 Minuten lang, und

dann erfolgender Färbung mit Chlorzinkjod zeigen sich die Cellulose- wie die periphere Partie stark gequollen. Die Braunfärbung der Lamelle ist in eine Gelbfärbung übergegangen, ebeno sind die Zwickel noch gelb gefärbt. Die gelbe äußere Schicht läuft in die deutlich sichtbare, dunkler violett gefärbte Mittellamelle aus. Eine nach dem Zellinnern zu, der Außenwand aufgelagerte sekundäre Celluloselamelle, läßt sich erkennen. Sie hebt sich durch eine hellere Kontur von der primären, dickeren Membran ab, ist in Bezug auf diese dünn und setzt sich in den Radialwänden fort. Schon nach 10 Minuten langer Behandlung mit Eau de Javelle werden die peripheren Schichten ihrer gelben Farbe beraubt (Taf. I, Fig 13). Die äußere Partie ergibt nun auch Cellulosereaktion und setzt sich in die gleichfalls nur schwach gefärbte Mittellamelle fort. Ebenso zeigen sich die Zwickel fast farblos nach Färbung mit Chlorzinkjod. Kleine gelbliche Partikelchen liegen der Außenwand noch auf, die entweder durch die Javelle'sche Lauge den peripheren Wandpartien ausgelaugt sind, oder Reste der erwähnten schleimigen Massen sind. Die Reincellulosepartie der äußern Wand scheint auch sonst geschichtet zu sein. Phloroglucin mit Salzsäure bringt keine Differenzierung an der Außenwand hervor, ebensowenig Anilinhydrochlorat; nur die innere sekundäre Celluloselamelle hebt sich deutlich hierbei ab. Mit Sudanglycerin, in kaltem wie erhitztem Zustand, läßt sich keine Färbung an der Außenwand erzielen. Kalilauge, auch erhitzte, verändert die Aufzellenwände nicht. Conc. Schwefelsäure greift die von Natur aus gelbe periphere Wandpartie auch bei längerer Einwirkung nicht an. Ebenso leisten die Zwickel in der äußeren Rinde, die gleichfalls mit gelber Farbe hervortreten, langen Widerstand. Nach Eau de Javelle-Behandlung löst jedoch Schwefelsäure die ganze Außenwand ohne Rückstand. Chromsäure greift zuerst die dicke Celluloseschicht der Außenwand an und löst sie schnell. Resistent bleiben danach die primäre Lamelle des Epiblems, und es zeigt sich hierbei deutlich, daß die primäre Mittellamelle der Radialwand sich in die periphere fortsetzt. Ebenso bleiben die primären Lamellen der Rindenzellen ziemlich lang erhalten, bis sich plötzlich schnell die ganzen Cellulosemassen lösen, darunter auch die periphere Lamelle. Essigsäure, Salpetersäure und Salzsäure verändern die Außenwand des Epiblems nicht. Färbungen mit Anilinblau ergeben folgendes Bild. Die dunkelbraunen, die peripheren Teile der Außenwand einnehmenden Massen, die vor den Radialwänden am dichtesten liegen, behalten ihre natürliche Farbe. Nur solche Substanzen, jedenfalls schleimartiger Natur, die diesen noch aufliegen, werden gebläut. Die Cellulosemembranen haben sich blau gefärbt. Die sekundär aufgelagerte Lamelle (nach dem Innern zu) ist zu erkennen. Nach 5 Minuten langer Behandlung mit Eau de Javelle hat sich die periphere Lamelle gebleicht, und die Färbung mit Anilinblau ergab violette Tinktion schleimiger aus der Lamelle ausgelaugter Massen, die der Außenwand aufliegen. Rutheniumrot, in Wasser gelöst, färbt die Cellulosemembran des Epiblems intensiv karmin (Taf. I, Fig. 15). Mit scharfer Kontur hebt sich die Außenwand von den darauf liegenden Schleimmassen ab, die hier nicht gefärbt werden. Die gelbe, periphere Partie ist mitgefärbt, und läßt sich auf diese Weise ihre Abgrenzung gegen den eigentlichen Schleim gut sichtbar machen. Die Mittellamelle ist etwas stärker tingiert. Methylenblauglycerin (Methylenblau 0,2 gr, Alkohol 10 ccm, Glycerin 40 ccm), welches Schleim intensiv färbt, färbt die auf der Außenwand liegenden Massen blau mit grünlichem Ton (Taf. I, Fig. 14, 20). Wir haben es also mit Schleimmassen zu tun, die von Natur aus gelb sind. Während man im ungefärbten Zustand nicht unterscheiden kann, welche Partie der Mittellamelle und welche noch der Schleimschicht angehört, ist es hier klar ersichtlich, da die Außenwand durch eine scharfe Linie abgegrenzt wird. Die cellulosehaltige Außenwand tingiert sich zunächst schwach blau; bald färben sich jedoch sämtliche Cellulosemembranen intensiv blau. Die Außenwand erweist sich als optisch nicht einheitlich, sondern in Lamellen von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen differenziert. Nach diesen Reaktionen fehlt also der Wurzelhaut eine Kutikula.

Zum Vergleich wurden auch Schnitte durch die oberirdische Achse von Ophioglossum vulgatum hergestellt. Es ergaben sich bei oberflächlicher Betrachtung fast ganz analoge Bilder wie bei der Wurzel. Eine sich mit Chlorzinkjod gelb färbende Lamelle, die sich wieder als die Fortsetzung der primären Mittellamelle erweist, überzieht die Epidermiszellen. Jedoch zeigt sich bei Färbung mit Sudanglycerin, sowie mit Dimethylparaphenylendiamin + α-Naphtol-Lösung (Färbung, s. Kap. IV, 2) und Be-

trachtung mit Öl-Immersion eine ganz dünne, rot bezw. blau gefärbte Lamelle, die auch nach $1^1/_2$stündiger Behandlung mit Eau de Javelle noch die gelbe Chlorzinkjodfärbung annimmt. Sie hebt sich bei letzterem Verfahren, wellenartig gefaltet, von den Epidermiszellen ab. Es ist dies also eine typische Kutikula.

Nach diesen Resultaten ist die Außenwand des Epiblems von Ophioglossum vulgatum folgendermaßen aufgebaut. Die relativ dicke und geschichtete Außenwand der lebenden Zelle besteht ihrer Hauptmasse nach aus Cellulose. Ihre periphere Partie, die die ursprüngliche Primärlamelle repräsentiert, und sich auch in den Radialwänden in die primäre Mittellamelle fortsetzt, ist mit einem gelben Stoff infiltriert. Ebenso sind die Zwickel der Mittellamelle mit diesem gelben Stoff infiltriert. Nach außen zu verschleimt die Außenwand, und Schleimmassen liegen ihr auf. Mit zunehmendem Alter nehmen die ursprünglich durch Verschleimung der Mittellamelle entstandenen, schleimigen Substanzen anscheinend auf der Wurzelhaut zu, jedoch konnte ich nicht entscheiden, in welcher Weise die Vermehrung zustande kam.

Ein Kollabieren des Epiblems findet bei den Wurzeln von Ophioglossum nicht statt. Diese erreichen auch selten eine beträchtliche Länge, und scheint das Epiblem bis zu ihrer Basis der Aufnahme von Wasser und Nährsalzen zu dienen.

Das Epiblem der Wurzeln von Botrychium Lunaria ist dem eben beschriebenen Epiblem von Ophioglossum vulgatum fast gleich gestaltet (Taf. I, Fig. 19). Die Größe wie die Struktur der Zellen ist die gleiche. Es kommen auch hier niemals Wurzelhaare vor, auch ist keine Kutikula anzutreffen. Die Außenwand der Epiblemzellen wird jedoch im Alter beträchtlich dicker wie die von Ophioglossum; ihre Dicke beträgt 6—10 μ. Gegenüber den bei der vorigen Pflanze angewandten Reagentien verhält sich die Außenwand gleich. Mit zunehmendem Alter schreitet die Infiltration der Außenwand der Epiblemzellen mit den gelben Stoffen in diese weiter fort als bei Ophioglossum. Es zeigen sich zwei scharf begrenzte Partien der Außenwand. Die äußere zeigt parallel laufende, senkrecht zur Oberfläche stehende dunklere Streifen (Taf. I, Fig. 16). Die innere Partie, von fast gleicher Dicke, ist nach außen stark gelb gefärbt, nach dem Zelllumen zu farblos. Mächtige Schleimmassen liegen im Alter den Epiblemzellen auf. Bei Chlorzinkjodfärbung kann man an der Außenwand gleichfalls zwei Lagen unterscheiden, eine äußere, breite, gelbgefärbte und eine innere schmale, violettgefärbte (Taf. I, Fig. 17). Erstere Schicht zeigt wieder die senkrecht zur Oberfläche verlaufenden dunkeln Strichelungen; ihre äußerste Partie ergibt noch reine Cellulosereaktion. Die äußeren Zwickel der Mittellamelle sind stark gebräunt, die Schleimmassen sind gelb gefärbt. Eau de Javelle (30 Minuten lang) entfernt wieder sämtliche gelben Stoffe; nur noch schwach gelbe, schleimartige Reste bleiben in geringer Menge auf der Außenwand zurück. Chlorzinkjod zeigt jetzt die Mittellamelle wie die Zwickel, sowie die vorher mit den gelben Stoffen infiltrierten Schichten der Membran mit schwach violetter Cellulosereaktion (Taf. I, Fig. 18). Gerade die äußerste Partie zeigt aber auch hier wieder intensiv violette Farbe. Nach dem Zellinnern zu sind sekundär aufgelagert 3—4 Celluloseschichten, die sich jetzt gut abheben.

Von einem auch in die Familie der Ophioglossaceen gehörigen Farn, Helminthostachys zeylanica, wird in der Literatur erwähnt, daß er ebenfalls nie Wurzelhaare führe. Farmer und Freemann (1899, S. 422) haben nur in einigen Fällen schwache Ausstülpungen der oberflächlichen Zellen nachweisen können.

Wurzelhaare treten erst wieder in der Familie der Marattiaceen auf. Sie sind bei der nun zu betrachtenden Marattia alata noch spärlich, kurz, dickwandig und gelbbraun gefärbt. Die Epiblemzellen sind relativ groß (Taf. I, Fig. 21). Mittellamelle und Zwickel sind dunkelbraun gefärbt, im Gegensatz zu den vorher besprochenen, wo diese gelb waren. Die 2—3 μ dicke Außenwand besteht aus einer äußeren dunkelbraunen Lamelle, die die ganze Wurzelhaut überzieht und sich als Fortsetzung der braunen Mittellamelle erweist. Schleimmassen liegen der Außenwand ebenfalls auf. Der innere Teil der Außenwand ist von hellbrauner Farbe und geschichtet. Kutikula kommt nicht vor. Kühn (1889, S. 471) führt bei den Marattiaceen, speziell für Wurzeln von Kaulfussia aesculifolia „eine zweischichtige Epidermis an,

deren äußerste Wand stark verdickt ist und deren innere Zellreihe Gerbstoffzellen führt.“ Diese sollen sich nach Harting mit schwefelsaurem Eisenoxydul schwarz färben. Kühn konnte die Frage an Kaulfussia, da er nur Alkoholmaterial hatte, nicht weiter prüfen. An frischem Material von Marattia alata konnte er mit obigem Reagens „nur eine mehr oder weniger dunkelblaue Färbung“ erhalten. Bei dem mir zugänglichen Material von Marattia habe ich nie derartiges wahrnehmen können. Es befinden sich bisweilen unter dem Epiblem Zellkomplexe, deren Membranen ebenso wie die Aufzellenwände gebräunt sind, vermutlich jedoch nur auf Wundbildungen beruhen. Die Reaktionen auf die Membranstruktur der Epiblemzelle von Marattia sind die gleichen wie bei Ophioglossum und Botrychium.

Eine geringe Abweichung vom Typus Ophioglossum zeigt das Epiblem der Wurzeln von Angiopteris evecta. Die stets farblos bleibenden Epiblemzellen sind von relativ kleinem Querschnitt, aber ziemlich in die Länge gestreckt und tragen lange Wurzelhaare (Taf. I, Fig. 22). Die Haarbildung ist nicht besonders reichlich. Häufig wachsen gerade nebeneinander liegende Zellen zu Haaren aus. Die Dicke der Außenwand der Aufzellen beträgt 3 μ. Mit Chlorzinkjod nehmen die Epiblemzellwände in ihrer ganzen Masse Cellulosereaktion an (Taf. I, Fig. 22); ebenso färben sich die Membranen der Wurzelhaare violett. Auch hier sind dem Epiblem Schleimmassen aufgelagert, die sich mit Methylenblauglycerin in der bekannten Weise färben. Nach Behandlung mit Eau de Javelle und dann vorgenommener Färbung mit Chlorzinkjod zeigen sich Mittellamelle und ihre Zwickel fast ungefärbt. In der Außenwand lassen sich jetzt 2 Schichten erkennen. Die innerste Schicht ist weniger dick als die äußere und nicht so intensiv violett gefärbt als diese. Die Querwände der Epiblemzellen sind von schmalen, länglichen Tüpfeln durchbrochen.

Die Wurzeln der eusporangiaten Filicinen beherbergen durchweg einen endophytisch lebenden Pilz, der nach Bruchmann eine Art von Pythium ist. Dieser Pilz erfüllt, zu dichten Knäueln zusammengeballt, die mittleren Zellen der parenchymatischen Rinde. Ich fand ihn stets bei den von mir untersuchten eusporangiaten Filicinen. Janse (1897, S. 66) erwähnt zwar, daß Marattia davon frei sei; ich konnte jedoch in 2—3 mittleren Lagen der Rinde reichlich endophytisches Pilzmycel beobachten. Kühn (1889, S. 491) beschreibt eingehender die Pilzinfektion der Wurzeln dieser Farne, und erwähnt dabei auch Marattia. Bei den leptosporangiaten Filicinen konnte ich nie Pilze beobachten. Solche werden von Janse nur bei Cyathea und Ophioderma pendulum angegeben, was ich nicht prüfen konnte, da ich betreffendes Material nicht zur Verfügung hatte. Der braune Farbstoff der leptosporangiaten Filicinen wird wohl den Pilzen das Eindringen erschweren. Ob diese Pilze bei den eusporangiaten Filicinen die Wurzelhaare ersetzen, oder nur deshalb eindringen, weil diese Formen an feuchtem Standort stehen und der braunen schützenden Stoffe entbehren, will ich nicht diskutieren.

Im Vergleich zu dem Epiblem der Phanerogamen ist das Epiblem der Filicinen einheitlicher gebaut. Auf Grund der stofflichen Zusammensetzung der Zellwände können wir, wie wir sahen, nur von 2 Typen von Epiblem sprechen, denen bei den Phanerogamen nach Kroemer (S. 14 u. folg.) nicht weniger als 12 gegenüberstehen. Auch bei den Farnwurzeln ist nirgends eine Kutikula vorhanden.

III. Hypodermen und hypodermatische Rindenschichten.

Wie schon einleitend erwähnt, können wir bei den Farnen von typisch ausgebildeten Hypodermen kaum sprechen. Die für die Monokotylen typischen Interkuten, wie sie Kroemer (S. 37 u. folg.) beschreibt, fehlten hier vollkommen. Auch zur Ausbildung einer kollenchymatischen Hypodermis kommt es nicht. Nur 2 hypodermatische Schichten können wir wohl mit der Bezeichnung Hypodermis belegen. Es ist dies zunächst eine eigenartig gebaute Zellschicht bei Onoclea sensibilis, die direkt unter dem Epiblem liegt, und eine Schicht u-förmig verdickter Zellen bei Cystopteris fragilis. Außerdem kommen noch hypodermale Schichten vor, die durch Verdickung und Braunfärbung peripherer Lagen der Rinde ent-

standen sind. Wir können annehmen, daß sie einen mechanischen Charakter besitzen, da wir über die Wirkung des braunen Farbstoffes nichts wissen. Andere als diese Arten von Hypodermen und hypodermatischen Schichten kommen bei den leptosporangiaten Farnen nicht vor. Die Mehrzahl derselben entbehrt ihrer; der äußere Teil der Rinde besteht dann aus großlumigen, dünnwandigen, dunkelbraun gefärbten Zellschichten, und die innere Region wird in verschiedenster Weise zu einer die Endodermis umkleidenden sklerenchymatischen Verdickungszone ausgebildet. Bei den ungefärbten Rindenschichten der Ophioglossaceen und Marattiaceen kommen Hypodermen auch nicht vor. Die äußeren Partien der Rinde sind von den inneren nur dadurch verschieden, daß sie keine Intercellularen aufweisen.

Bei Onoclea sensibilis zeigen uns Querschnitte, die wir in einigem Abstand von der Wurzelspitze anfertigen, daß das Epiblem schon früh kollabiert ist (näheres darüber s. S. 11). Die nächst angrenzende Rindenschicht ist zu einer distinkten Scheide ausgebildet (Taf. I, Fig, 24 h). Ihre Zellen sind von ziemlich gleich großer Gestalt und auf dem Querschnitt in tangentialer Richtung gedehnt. Die Membranen sind von Natur aus braun gefärbt. Ihr Zelllumen ist von einem braunen homogenen Stoff vollkommen erfüllt, wie wir dies schon bei den Epiblemzellen von Athyrium Filix femina antrafen (s. S. 11). Die Braunfärbung der Membran erstreckt sich von der Hypodermis aus auf die benachbarten Rindenzellen, deren Membran weniger verdickt ist. Schon in der Region der Wurzelhaube findet sich diese Schicht angelegt als eine einheitlich gebaute Schicht kleiner, polygonaler Zellen, wie dies Taf. I, Fig. 7 h zeigt. In der jugendlichen Zelle findet sich inmitten des braun gefärbten Inhalts eine längliche Vakuole, die sich deutlich von dem umliegenden Stoff abhebt, wenn ich diesen mit Methylenblau (in wässeriger Lösung) färbe (Taf. I, Fig. 25). Mit zunehmendem Alter nimmt der Gehalt an braunen Inhaltsstoffen in den Hypodermzellen zu, tritt aber in keinen andern Zellen der Rinde auf. Die Hypodermzellen sind äußerst lang gestreckt (250—600 μ lang) [Taf. II, Fig. 29]. Sie zeigen im Alter auf ihren Längswänden spaltenförmige Risse, die die ganze Breite der Wand einnehmen (Taf. II, Fig. 28). Sie lassen sich in diesem Stadium nicht mehr plasmolysieren. Die in der lebenden Zelle braune, schwammige Inhaltsmasse ist in Alkohol vollständig unlöslich und wird auch darin nicht entfärbt. Runde, hellere Stellen kommen in der dunklen Masse vor, in denen wir jedenfalls Vakuolen vor uns haben, die in verschiedenen Zellen verschieden groß sind (Taf. I, Fig. 26). Die Hypodermzellen sind frei von Krystallen und fettartigen Substanzen; auch fehlt Stärke in ihnen, während diese in den Rindenzellen reichlich vorhanden ist. Ihr relativ großer Zellkern ist deutlich zu erkennen. Die braune Inhaltsmasse wird durch Eisenchlorid (20 %) dunkelbraun mit olivgrünem Ton gefärbt, schwächer prozentige Lösung färbt sie nicht. Mit Methylengrün und Methylenblau färbt sie sich intensiv. Durch Eau de Javelle wird der Inhalt herausgelöst unter Bleichung und Quellung der Zellmembran. Färbung mit Chlorzinkjod ergibt alsdann Cellulosefärbung der Membran, wobei Mittellamelle und Zwickel der Hypodermzellen nur schwach gefärbt werden, wie sich das auch S. 11 für die Rindenzellen von Athyrium zeigte. Lasse ich Eau de Javelle nur kurze Zeit einwirken, so wird die etwa noch vorhandene Inhaltsmasse mit Chlorzinkjod dunkelgelb gefärbt. Durch Schwefelsäure wird der Inhalt infolge Quellung der Membran mehr zusammengepreßt und erscheint somit dunkler braun. Plasmolyse läßt sich mittels 10 % Kaliumnitratlösung erzielen. Die Beobachtung wird jedoch durch die starke Braunfärbung der Membran sehr erschwert.

An diesen typischen Fall einer Hypodermis bei Onoclea sensibilis schließt sich ein ähnlicher Fall für Athyrium Filix femina an. Wir finden hier unter dem eigenartigen, braunen, S. 11 beschriebenen Epiblem die Rindenzellen ein bis zwei Schichten tief ebenfalls mit braunen Inhaltsmassen erfüllt, die eine längliche Vakuole umgeben (Taf. I, Fig. 8). Diese Zellen stimmen mit dem Jugendzustand der Hypodermzellen von Onoclea überein. Die hypodermatischen Zellen von Athyrium werden jedoch nie ganz und in solcher Mächtigkeit mit den braunen Stoffen angefüllt wie die Hypodermzellen von Onoclea, die auch eine geschlossenere Zellschicht bilden.

Zur Ausbildung einer einschichtigen, mechanisch wirksamen, hypodermatischen Zelllage kommt es bei Cystopteris fragilis (Taf. I, Fig. 2, 27 h). Die direkt unter dem Epiblem liegende Zellschicht, deren Zellen auf dem Querschnitt betrachtet, etwas tangential gedehnt und von annähernd gleicher Gestalt sind, verdickt in u-förmiger Weise ihre Membranen durch Auflagerung von 3—4 Lamellen auf die inneren

Tangential- und Radialwände (Taf. II, Fig. 30). Diese Membranschichten werden mit braunem Farbstoff imprägniert. Im Jugendzustand ist nur diese hypodermale Zelllage, sowie das Epiblem braun gefärbt. Die Braunfärbung greift erst später auf die andere Rindenzellen über, indem sich wieder zunächst die Mittellamelle und ihre Zwickel bräunen; jedoch bleiben sämtliche Rindenparenchymzellen dünnwandig. Die Hypodermzellen weisen keine Tüpfel auf wie die dickwandigen braunen Zellen der Verdickungszone der inneren Rinde anderer Polypodiaceen. Eine besondere Initialzelle wird der hypodermatischen Rindenschicht wohl zukommen, jedenfalls deuten die Angaben von Naegeli und Leitgeb (1868, S. 81 und 113) für Cystopteris darauf hin. Wenn das Epiblem kollabiert, so schließt die Hypodermis das Gewebe der Rinde nach außen ab. Selbst die zarte äußere Tangentialwand, die diese Zelllage mit der Epiblemschicht gemeinsam hat, kollabiert dabei häufig.

Bei einigen Farnen kommen „hypodermatisch ausgebildete äußere Rindenpartien" vor. Hinweise auf diese hypodermalen Schichten bietet uns die Literatur über Farne mehrere. Naegeli und Leitgeb (1868, S. 81), welche die Entwicklung der verschiedenen Gewebschichten aus der tetraëdrischen Mutterzelle verfolgen, erwähnen, daß bei Polypodium, Cystopteris und Blechnum die früh abgegliederte Initialzelle der „Epidermis" sich noch einmal tangential teile. Die äußere Zelle wird zur eigentlichen Epidermis. In der inneren Zelle tritt nur selten noch eine tangentiale Teilung ein. Aus diesem Grunde sei diese Schicht als zur Epidermis gehörig aufzufassen; ebenso stimme sie in Bezug auf die Anzahl der in ihr sich bildenden Querwände mehr mit dieser als mit den innen gelegenen Rindenzellen überein. Nur bei Cystopteris fragilis haben wir eine distinkt ausgebildete Hypodermis, während bei den übrigen Gattungen die erwähnte hypodermale Initialschicht sich nie zu einer eigentlichen Hypodermis ausbildet.

Van Tieghem (1870, S. 68) macht bei Cyathea medullaris darauf aufmerksam, daß die Braunfärbung des Rindenparenchyms zunächst in der äußeren Zone erfolge und von da erst nach und nach bis zur Endodermis hin fortschreite. Ebenso beschreibt er für Angiopteris evecta (S. 70) eine braune, korkartige Schicht — „couche subéreuse brunâtre" — zu der sich die äußeren Zellen unter dem Epiblem ausbilden sollen. Nach meinen Untersuchungen erweist sich aber die Rinde dieser letzteren Form durchweg einheitlich gebaut. Für Balantium und Cyathea erwähnt Dippel (1898, S. 476) die Verdickung und Braunfärbung parenchymatischer Zellen, die direkt unter der Wurzelhaut liegen. Cyathea stand mir nicht zur Verfügung. Daß diese Zellen sich bei allen Formen zunächst braun färben, ist bekannt. Poirault (1893, S. 123) führt für Cystopteris und Loxsoma ähnliche Verdickungen der Zellmembran in der äußeren Rinde an, „wie sie eigentlich der inneren zukommen". Bei Aspidium Oreopteris und Polypodium Dryopteris erstreckt sich nach ihm die Verdickung auf 2—3 unter dem Epiblem liegende Schichten. Für Cystopteris fragilis (s. S. 16), Cystopteris montana und Aspidium Oreopteris ist dies der Fall, nicht aber für Polypodium Dryopteris. Janse (1897, S. 64) spricht bei Cyathea und Ophioderma pendulum von einer „Exodermis", und meint er hiermit jedenfalls derartige hypodermale Rindenschichten. In Rhizomen scheinen, wie es aus den Angaben der Literatur hervorgeht, hypodermale braunwandige Schichten häufiger zu sein, und habe ich auch dies vielfach beobachten können. Gerade die Formen, deren Wurzel mit einer starken, sklerenchymatischen Verdickungszone ausgestattet sind, besitzen in den Rhizomen mehrschichtige hypodermale Lagen braunwandigen Gewebes, wie sich dies am auffallendsten bei Aspidium Filix mas zeigt.

Nach meinen Untersuchungen erstreckt sich diese Verdickung und Bräunung der äußeren Rindenzellschichten, die den hypodermalen Charakter bedingen, anfangs nur auf die unmittelbar unter dem Epiblem liegende Lage von Rindenzellen, greift dann erst allmählich auf die folgenden über. Die innersten Rindenzellen bleiben jedoch selbst an der Basis der Wurzeln dünnwandig. Zunächst werden die braunen Farbstoffe in die Mittellamelle der Zellmembran eingelagert. Alsdann werden weitere Cellulosclamellen aufgelagert, die nun auch mit dem braunen Farbstoff imprägniert werden. Die so verdickten Rindenzellen weisen reichlich Tüpfelkanäle auf. Das Verhalten dieser braunen Zellmembranen gegenüber Reagentien habe ich bei Besprechung des Epiblems (S. 8) schon geschildert. Die Mittellamelle der braunen Zellen wird nach vorheriger Behandlung mit Eau de Javelle von Chlorzinkjod nur schwach violett gefärbt (Taf. I, Fig. 9). Wenn das Epiblem kollabiert, was oft schon sehr früh eintritt, bilden diese kleinlumigen hypodermalen Rindenzellen den Abschluß des Gewebes der Wurzel nach außen.

Derartige hypodermale Schichten fand ich bei folgenden Formen: Fam. Polypodiaceae: Aspidium Oreopteris, Cystopteris montana, Polypodium Phegopteris, Struthiopteris germanica, Woodwordia caudata. Fam. Osmundaceae: Osmunda regalis, Todea barbara, — superba. Fam. Gleicheniaceae: Gleichenia flabellata.

Zweckmäßigerweise sind von diesen hypodermalen Schichten diejenigen peripheren Schichten der normalen Wurzelrinde zu trennen, die stets dünnwandig bleiben, aber zuerst die Braunfärbung in ihrer Membran zeigen, so daß man bei Betrachtung einzelner Entwicklungszustände denken könnte, es läge eine scharf begrenzte „hypodermale Zellschicht" vor. Die Braunfärbung der Rindenparenchymzellen schreitet von außen nach dem Zentrum zu fort, so daß die peripheren Lagen schon gebräunte Membranen haben, während die übrigen Rindenzellen noch farblos sind. Russow (1872, S. 96 und 99) glaubt, so bei den Hymenophyllaceen und Schizaeaceen von einer „Außenrinde" sprechen zu müssen, die durch 2—3 Schichten peripherer, dünnwandiger Zellen gebildet wird. Diese Zellen sind nach Russow bei Aneimia und Lygodium fast kohlschwarz, was sich bestätigte. Das Rindenparenchym vieler Farne ist reichlich mit relativ großen Stärkekörnern angefüllt.

IV. Die Endodermis.

Das Leitbündel der Farnwurzeln wird vollkommen von der Endodermis umschlossen. Es ist dies die Zellschicht, die in den Arbeiten über Farne von Poirault als „assise plisée" und von van Tieghem als „gaîne protectrice" oder „membrane protectrice" bezeichnet wird. Schon Naegeli und Leitgeb (1886, S. 83) hatten darauf aufmerksam gemacht, daß die innerste Zellschicht der Rinde in den Farnwurzeln different von den anderen Rindenzellen ausgebildet werde. Van Tieghem (1870, S. 60) führte dann für diese Zellschicht die erwähnte Bezeichnung ein und wies schon auf die Erscheinung des Casparyschen Streifens hin, den er aber noch nicht als solchen beschreibt. Dies tut erst Russow (1872, S. 102), der auch darauf aufmerksam macht (S. 81), daß die Endodermis von früheren Autoren geradezu übersehen worden ist, besonders da, wo die innere Rinde zu einer stark sklerenchymatischen Zone ausgebildet ist, welche die äußerst schmalen Endodermzellen umschließt. Die Endodermis ist immer einschichtig; nur in einem Falle habe ich bei Pteris tremula eine Zelle verdoppelt gefunden (Taf. III, Fig. 78 e e).

Im Querschnitt betrachtet sind die Zellen der Endodermis alle gleichgroß, bis auf die den Tracheidengruppen gegenüberliegenden, die häufig weiter sind (Taf. II, Fig. 31, 32 e). Sie sind tangential abgeflacht und langgestreckt; ihre Querwände liegen meist horizontal, ihre Radialwände korrespondieren mit denen der angrenzenden Rindenzellen und bilden hier Intercellularen mit ihnen. Alle Zellen sind gleichartig; Kurz- und Langzellen sind nicht zu unterscheiden. Auffallend ist, daß bei relativ dicken Wurzelzweigen die Zahl der Zellen der Endodermis im Verhältnis zum Umfang der Ellipse klein ist und daß die einzelnen Zellen in tangentialer Richtung sehr gedehnt sind. Nicht in tangentialer Richtung abgeflachte Endodermzellen, sondern mit mehr quadratförmigem oder unregelmäßig gestaltetem Querschnitt finden sich im allgemeinen seltener, so bei Ophioglossum, Botrychium, Marattia, Angiopteris, Osmunda, Todea, Gleichenia und Ceratopteris.

Die Membran der Endodermzellen ist im Jugendzustand farblos und besteht aus reiner Cellulose. Alsdann wird die äußere Tangentialwand bei den Formen, deren Rindenzellen braun sind, ebenfalls gebräunt. Die braune Färbung reicht bis in die Zwickel der Radialwände hinein und dringt dann bis zum Casparyschen Streifen vor. Zuletzt sind die Zellmembranen durchweg schwach bräunlich, jedoch geben sie nach Eau de Javelle-Behandlung die typische Cellulosereaktion mit Chlorzinkjod. Die Endodermzelle enthält einen feinkörnigen, gelblichen Protoplasten mit einem im Jugendstadium besonders hervortretenden, großen Zellkern und Kügelchen einer fettartigen Substanz. Fett findet sich besonders reichlich in älteren Stadien, wo die Fettsubstanzen infolge ihrer starken Färbbarkeit mit Sudan die Untersuchung der gleichfalls so gefärbten Suberinlamellen sehr erschweren. Poirault (1893, S. 134) führt sogar

diese Färbung der fettartigen Inhaltsstoffe als Erkennungsmittel für die Endodermis an. Stärke findet sich nur in den Endodermzellen von Trichomanes radicans.

Die Differenzierung der Endodermis beginnt sehr früh. Die Entwicklungsgeschichte ihrer Initialzelle habe ich schon auf S. 7 beschrieben (Taf. IV, Fig. 94 e). Hinsichtlich der Entstehung der Endodermis liegen die Verhältnisse gerade so wie bei den Wurzeln der Phanerogamen, nur geht die Differenzierung der Endoderminitiale hier erst in weit späteren Stadien der Teilung der Mutterzelle vor sich. Der Unterschied zwischen den Wurzeln der Phanerogamen und Filicinen liegt ferner darin, daß bekanntermaßen bei diesen die Wurzelzweige in der Endodermis der Mutterwurzel ihren Ursprung nehmen, während bei den Phanerogamen die wurzelbildenden Zellen die des Perikambiums sind. In den Endodermzellen, die den Gefäßgruppen gegenüberliegen, vollzieht sich bei den Filicinen durch Anlage einer Scheitelzelle und darauf in bekannter Weise erfolgender successiver Teilung die Bildung von Wurzelzweigen. Wie auch schon Campbell (1895, S. 331) und Weiß (1880, S. 120) angeben, trennt sich beim Schneiden älterer Regionen das Gefäßbündel von dem Rindengewebe los, indem die zarten Radialwände der Endodermzellen zerreißen. Bei Mikrotomschnitten tritt, wie Boodle (1901, S. 388) erwähnt, noch die Schwierigkeit auf, das sklerotische Gewebe mit Paraffin zu durchtränken und es zu schneiden. Er empfiehlt das Objekt vor dem Einbetten 24 Stunden mit Eau de Javelle zu behandeln.

Die Zellen der Endodermis treffen wir bei den Farnen im Embryonal-, Primär- und Sekundärzustand an. Ein Tertiärzustand der Endodermzellen kommt bei den Farnwurzeln niemals vor. Im Embryonalzustand haben auch hier die Endodermzellen vollkommen den Charakter von Meristemzellen (Taf. II, Fig. 33 e). Ihre Wände sind noch relativ dünn, sind nie mit den braunen Farbstoffen imprägniert und geben reine Cellulosereaktion. Die Primärendodermzellen sind durch das Vorhandensein des Casparyschen Streifens charakterisiert. Im Sekundärzustand tritt eine dünne, verkorkte Lamelle auf, die bei einigen nur auf der Tangentialinnenwand liegt, bei andern allseitig die Zelle in ihrem Innern auskleidet. Letzterer Fall entspricht dem für die Sekundärendodermzellen der Phanerogamen typischen. Wir wollen nun die einzelnen Entwicklungsstadien der Endodermzellen betrachten.

1. Bau der Primärendodermzellen.

Geeignetes Objekt für die Untersuchung des Baues der Primärendodermzellen sind die Wurzeln von Ophioglossum vulgatum. Die Zellen der Rinde bilden ein lockeres parenchymatisches Gewebe, sind stärkehaltig und reichlich mit endophytischem Pilzmycel angefüllt. Der Stärkegehalt und das Vorhandensein von Pilzen nimmt aber nach der Endodermis zu ab, die ganz davon frei ist. Infolge der verschiedenen Größe und Form ihrer Zellen erscheint die Endodermis auf Querschnitten unregelmäßig gestaltet (Taf. II, Fig. 34 e), während sie bei den Polypodiaceen eine regelmäßiger gebaute Zellschicht darstellt (Taf. IV, Fig. 79 u. folg. e).

Bei den Wurzeln von Ophioglossum tritt außer einem geringen Stück an der Spitze, wo Embryonalzustand der Zellen vorhanden ist, nur das Primärstadium der Endodermzellen bis zur Basis der Wurzel auf. Alles, was hier für Ophioglossum vulgatum gesagt wird, läßt sich auch auf die Endodermis der Wurzel von Botrychium Lunaria übertragen. Die Endodermzellen sind im Querschnitt vier-, fünf- oder sechsseitig. Ihre Länge schwankt zwischen 130—320 μ, ihre Breite in radialer Richtung zwischen 25—30 μ und ihre Breite in tangentialer Richtung zwischen 25—40 μ. Die Radialwand mißt auf dem Querschnitt 12—27 μ, die Breite des Casparyschen Streifens 5 μ, die Dicke des Casparyschen Streifens 0,3 μ. Im embryonalen Zustand hat die Radialwand eine Dicke von 0,2 μ.

Der Casparysche Streifen, der in normalen Fällen die Radialwände durchzieht, nimmt gewöhnlich die Mitte der Wände ein (Taf. III, Fig. 40), liegt aber auch häufig mehr nach dem zentralen Teil der Wurzel zu. Die den Casparyschen Streifen führenden Längswände liegen nicht immer genau in den Querschnittsradien der Wurzeln. Jedoch ist die Lage des Casparyschen Streifens immer eine derartige, daß eine Diffusion von Nährstoffen durch eine Wand, welche eine Zelle des Leitbündels mit einer Rindenzelle verbindet,

unmöglich gemacht wird, was mit der Hypothese über seine Leistung in gutem Einklang steht. Liegt der Streifen auf einer Wand, die nahezu tangential liegt, so ist gewöhnlich eine neue Längswand mit einem Casparyschen Streifen eingeschaltet, die direkt auf die tangential liegende Wand an der Stelle dicht neben dem Casparyschen Streifen derselben auftrifft (Taf. II, Fig. 35). Derartige anormale Lagen des Casparyschen Streifens habe ich auch vereinzelt bei andern Farnwurzeln gefunden, so bei Osmunda regalis, Pteris serrulata und Struthiopteris germanica (Taf. III, Fig. 52). Taf. II, Fig. 36 zeigt den einzigen von mir beobachteten Fall, wo bei anormaler Lage des Streifens die Radialwand r der Endodermzellen nicht ausreichend gegen Diffusion von Nährstoffen gesichert scheint. Bei Struthiopteris zeigte sich auch gelegentlich eine Teilung einer Primärendodermzelle in tangentialer Richtung (Taf. II, Fig. 37), während nachträgliche Teilung in radialer Richtung durch eine neue Wand häufiger zu beobachten ist. Es wird in dieser dann auch der Casparysche Streifen angelegt. In einem Falle, wo eine radiale Wand sich gegabelt hatte, war auch der Casparysche Streifen der Spaltung gefolgt, und ragte in jeden Ast ein Stück herein (Taf. II, Fig. 39 r). Die Mittellamelle der Zellmembranen, die von den Zwickeln ausgeht, ist bis zum Casparyschen Streifen zu verfolgen.

Der Casparysche Streifen zeigt sich bei Querschnitten schon in relativ kurzem Abstand von dem Vegetationspunkt in den Radialwänden. Er erscheint wie bei den Angiospermen zuerst im Querschnitt der Zellwand als Punkt (Taf. II, Fig. 38, 50) und verbreitert sich schnell mit dem Wachstum der Zelle bis zu einer Breite von 5 μ (Taf. II, Fig. 40, 49). Bei einer 8,5 mm langen Wurzel von Ophioglossum vulgatum wurde das erste Auftreten des Casparyschen Streifens in 1,3 mm Spitzenabstand bemerkt, bei einer Wurzel von 22 mm Länge ebenfalls im gleichen Abstand. Bei letzterer Wurzel zeigte sich im Spitzenabstand 1 mm die erste Siebröhre angelegt, die folgenden Schnitte zeigten nun die Anlagen der ersten Tracheiden. Erst nach Anlage des ersten Gefäßes tritt der Streifen auf. Seine Anlage erfolgt nicht gleichzeitig rings auf allen Radialwänden, jedoch ist die Übergangszone, d. h. die Region, die Zellen im Embryonal- und Primärzustand zugleich aufweist, so klein, daß ihre Länge nicht zu messen ist. Die Anlage des Casparyschen Streifens scheint zunächst stets in den Radialwänden zu erfolgen, die den Siebröhren opponiert sind, während die den Tracheiden oder ihren Primanzellen gegenüberstehenden Wände am längsten des Streifens entbehren. So zeigte ein in geringerem Abstand von der Wurzelspitze geführter Schnitt von 18 radialen Längswänden der Endodermis 13 Radialwände mit und 5 Radialwände ohne Casparyschen Streifen. Vor dem Siebteil, der, was für Ophioglossum auch charakteristisch ist, direkt an die Endodermis grenzt, war durchweg der Casparysche Streifen angelegt. Die Radialwände ohne Casparyschen Streifen lagen gegenüber den Tracheiden, von denen 5 an 4 getrennt liegenden Stellen angelegt waren. Vor einer jeder dieser Stellen lag eine Radialwand ohne Casparyschen Streifen. Die 5. offene Stelle befand sich vor einer meristematischen, im Komplex der Siebröhren gelegenen Parenchymzelle.

In Folgendem wollen wir nun auf die Reaktionen des Casparyschen Streifens eingehen und seinen feineren Bau erörtern. Der Casparysche Streifen ist farblos und an seinem glänzenden Aussehen erkennbar, das durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen bedingt ist.

Die folgenden von Kroemer (S. 91 u. folg.) angewandten Reaktionen und Färbungen des Casparyschen Streifens bei den Angiospermenwurzeln lassen sich in gleicher Weise auch bei meinem Material erzielen: Phloroglucin-Salzsäure;[1] Chlorzinkjod; Chlorcalciumjod; Sudanglycerin; conc. Schwefelsäure; conc. Chromsäure; Kalilauge.

Entgegen den Untersuchungen von Kroemer (S. 93) ließ sich die Kaliumpermanganatreaktion auf verholzte Membranen nach Mäule (1901, S. 7) doch erzielen, indem sich der Casparysche Streifen wie die Tracheiden purpurrot färben, eine Reaktion, die Kroemer bei den wenigen von ihm daraufhin untersuchten Angiospermenwurzeln nicht konstatieren konnte. Mit Kalilauge färbte sich auch bei den Farnen der Casparysche Streifen schwach gelblich. Bei Erwärmung tritt stärkere Aufhellung und intensivere Gelbfärbung des Casparyschen Streifens ein, während er nach Kroemer (S. 92) dann farblos wird. Derartig behandelte Schnitte sind für den Nachweis des Casparyschen Streifens gut zu gebrauchen. Nach Kochen in Kali-

[1] Diese Reaktion ist eine der vorteilhaftesten, da sie jederzeit leicht den Streifen erkennen läßt.

lauge und nachfolgender Behandlung mit Schwefelsäure tritt nunmehr erst Lösung des Streifens ein, nachdem alle übrigen Membranen, auch die Tracheiden längst gelöst sind.

Von neuen Reaktionen auf den Casparyschen Streifen führe ich an: Anilinhydrochlorat, das die Schnitte stark aufhellt und den Casparyschen Streifen gelb färbt. Chloralphenol hellt gleichfalls stark auf und läßt den farblosen Casparyschen Streifen deutlich infolge seines jetzt besonders stark hervortretenden Lichtbrechungsvermögens erkennen. Hämalaun färbt den Casparyschen Streifen wie die Tracheiden dunkelviolett, die übrigen Membranen schwach violett. Jodjodkalium liefert braune Färbung des Casparyschen Streifens. Methylgrünessigsäure liefert eine haltbare, blaugrüne Färbung des Casparyschen Streifens und der Tracheiden. Anilin-, Methylen- und Spritblau färben den Streifen gleichfalls intensiv. Salzsäure verändert ihn nicht, läßt ihn nur in schwach rötlicher Färbung stärker hervortreten. Nach der Zimmermannschen Fuchsin-Jodgrün-Methode[1] nimmt der Casparysche Streifen eine rote Farbe an, wie auch Rosen (1895) angibt. Die Färbung mit Jodgrün erwähnen auch van Tieghem und Douliot (1888, S. 364) und schließen daraus auf eine Verholzung des Casparyschen Streifens.

Im Wesentlichen ergeben sich nach Eau de Javelle-Behandlung, wobei immer darauf zu achten ist, inwieweit die Javellsche Lauge die Grundsubstanz der Membran verändert, die gleichen Resultate wie bei Kroemer. Nach 25 Minuten langer Maceration in Eau de Javelle und Auswaschen in salzsäurehaltigem Wasser nimmt der Casparysche Streifen Phloroglucinfärbung nicht mehr an. Chlorzinkjod und Chlorcalciumjod färben den Casparyschen Streifen wie vorhin, die übrigen Membranen violett. Sudanglycerin färbt den Casparyschen Streifen ebenso schwach rosa wie die Tracheiden. Die Kaliumpermangnatreaktion läßt den Casparyschen Streifen unter Quellung schwach gelblich erscheinen, die Tracheiden sind intensiver gefärbt. Conc. Schwefelsäure löst jetzt den Casparyschen Streifen vollkommen. Wirkt die Javellesche Lauge länger als 24 Stunden, so wird dadurch die Membranstruktur des Casparyschen Streifens merklich geändert. Er wird dünn und mit Chlorzinkjod wie die übrigen Teile der Wand nur schwach violett gefärbt. Eine sehr gute Doppelfärbung ließ sich nach kurzer Behandlung mit Eau de Javelle folgendermaßen erzielen. Die ausgelaugten Schnitte wurden ca. 10 Minuten in einer alkoholischen Lösung von Spritblau gefärbt. Durch Entfärben mit absolutem Alkohol behielten nur der Casparysche Streifen und die Tracheiden ihre blaue Farbe. Dann erfolgende Färbung in Safranin färbte die übrigen Membranteile hellrot. Der Casparysche Streifen zeigt sich, von der Fläche betrachtet, als blaues, gleichmäßig breites Band auf der rot gefärbten Zellwand. Entgegen den Untersuchungen von Kroemer an Angiospermenwurzeln konstatierte ich, daß die länger macerierten Casparyschen Streifen Färbungen mit Anilin-, Brilliant-, Methylen-, Naphtylen- und Spritblau doch annehmen. So war der Casparysche Streifen bei Schnitten, die 18 Stunden in Eau de Javelle gelegen hatten und dann in wässriger Lösung von Anilinblau gefärbt wurden, dunkelblau bis purpur gefärbt, die übrigen Membranen lichtblau. Brilliantblau färbte nach langer Eau de Javelle-Behandlung (20 Std.) Streifen sowie Tracheiden gleichmäßig intensiv blau. Die übrigen Membranen waren farblos. Spritblau in alkoholischer Lösung verlieh dem lange macerierten Casparyschen Streifen einen deutlich sichtbaren, rötlich blauen Ton, die Tracheiden waren rein blau, die Celluloselamellen von violetter Farbe. Gelegentlich der Untersuchungen von Wurzelquerschnitten von Ophioglossum auf Plasmaverbindungen zeigte sich nach Eau de Javelle-Behandlung der Casparysche Streifen mit Pyoktanin dunkelblau gefärbt. Die Cellulosemembranen sind vollkommen farblos, so daß sich der von der Fläche mehr violett gefärbt erscheinende Casparysche Streifen deutlich von den übrigen Membranen abhebt.

Im Weiteren hatte ich mir die Aufgabe gestellt, nach einem Farbstoff zu suchen, der wohl die cellulosehaltigen Membranteile färbte, den Casparyschen Streifen aber ungefärbt ließ. Ein derartiger Farbstoff würde besonders als leichtes Erkennungsmittel für den Casparyschen Streifen in den Radialwänden von Sekundärendodermzellen in Betracht kommen. Kroemer (S. 93) schreibt nun, daß Kongorot die länger macerierten Casparyschen Streifen nicht färbte, die übrigen Wandteile der Zelle aber deutlich röte. Demzufolge unterwarf ich eine Reihe von Schnitten der Färbung mit den verschiedensten Azofarbstoffen. Die Farbstoffe, die zum Teil mit Glaubersalz abgeschwächt waren, wurden in Wasser leicht aufgelöst. Die

[1] s. A. Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Bd. II. S. 5.

Schnitte wurden alle mit Eau de Javelle vorher ca. 18 Stunden behandelt und 1—2 Tage in der Farblösung gelassen. Die Cellulosemembran, besonders die Siebröhren, werden durchweg je nach dem betreffenden Farbstoff rosa, rot, blau oder violett gefärbt. Ebenso werden die endotrophen Mycorrhizen stark mitgefärbt. Der Casparysche Streifen, sowie die Tracheiden nehmen aber gleichfalls eine Färbung an, die zwar, besonders wenn man den Streifen von der Fläche betrachtet, nicht sehr hervortretend ist. Am deutlichsten tritt die Färbung des Streifens noch mit Congo G[1] und Brilliant-Congo R[1] auf. Von den 18 angewandten Azofarbstoffen färbt Congo[2] allein den Streifen nicht. Bei diesen verschiedenen Färbungen zeigt sich auf den Querwänden der Rindenparenchymzellen ein dichtes, erhabenes Leistenwerk (Taf. II, Fig. 42), das schon Russow (1872, S. 122) für Ophioglossum beschreibt. Besonders gut färben sich diese Leisten mit Benzopurpurin 6 B[3] und Brilliantpurpurin R[3]. Zwischen dem Leistenwerk treten deutlich abgegrenzte Tüpfel hervor. Auch auf den Querwänden der Endodermzellen findet sich dieses Leistenwerk, jedoch nicht in der Deutlichkeit wie bei den Parenchymzellen. Die erwähnten Färbungen bezw. Nichtfärbungen des Casparyschen Streifens mit den Azofarbstoffen sind jedoch nicht so auffallend, als daß man sie benutzen könnte.

Dagegen haben wir in Rutheniumrot einen Farbstoff, welcher den Casparyschen Streifen nicht färbt. Die Cellulosemembranen färben sich intensiv karmin, besonders das Leistenwerk der Parenchymzellen tritt gut gefärbt hervor. Versuche mit dieser Färbung an Wurzeln von Iris zeigten merkwürdigerweise ein umgekehrtes Verhalten des Casparyschen Streifens, der sich hier stark färbte. Ebenso wie der Casparysche Streifen zeigen sich bei Ophioglossum und Botrychium die Tracheiden bis auf die Mittellamelle und Zwickel ungefärbt.[4] Die weiter unten beschriebene Blaufärbung der verkorkten Lamellen mit Dimethylparaphenylendiamin + α-Naphtol nimmt der Casparysche Streifen gleichfalls nicht an.

Ich untersuchte nun genauer die Flächenansicht des Casparyschen Streifens und der Endodermzellwände an Querwänden, wobei ich mich eines Zeiss'schen Mikroskopes (Comp. Oc. 12; Obj. Immers. $^1/_{12}$) bediente. Ich unterwarf so einen Schnitt der Einwirkung verschiedener Farblösungen und beobachtete immer die gleiche Querwand einer Endodermzelle. Zunächst wurde der Schnitt mit Eau de Javelle kurz behandelt. Die dann mit ihm vorgenommene Färbung in wässriger Lösung von Benzopurpurin 6 B ließ den Casparyschen Streifen in der Flächenansicht als breites stark gefranztes Band, die Mitte der Querwand einnehmend, erkennen. Die übrige Querwand zeigte, nur an einigen Stellen deutlich, das geweihartig verzweigte Leistenwerk. Tüpfel konnten mit Sicherheit dazwischen nicht nachgewiesen werden. Die Leisten laufen besonders an den ausgebogenen Stellen des Casparyschen Streifens auf denselben zu, sind sogar über ihn hinaus zu verfolgen. Nach Auswaschen in Wasser wurde der Schnitt über einen Tag in einer Farblösung von Spritblau O[5] in Alkohol absol. gefärbt. Der Casparysche Streifen färbte sich intensiv dunkelblau. Einzelheiten am Casparyschen Streifen, sowie das Leistenwerk waren nicht sichtbar. Eine nur schwache Färbung mit derselben Lösung bei einem andern Schnitt zeigte jedoch den Casparyschen Streifen schwach violett mit deutlichen, reichlich vorhandenen Tüpfeln darin. Der vorher beschriebene Schnitt wurde nach sorgfältigem Auswaschen nun noch einer Färbung mit Chlorzinkjod unterworfen. Die Ausbuchtungen an dem intensiv dunkelgelb gefärbten Casparyschen Streifen treten hier sehr deutlich hervor (Taf. II, Fig. 44). Dunkle Punkte, sowie dunkle Stellen waren auf ihm sichtbar. Die übrige Querwand war schwach violett gefärbt. Die Leisten waren hier deutlich sichtbar und liefen auf die Ausbuchtungen des Casparyschen Streifens zu. Vereinzelte helle Stellen in der Querwand waren sichtbar, eine helle Kontur lief vornehmlich links neben dem Casparyschen Streifen. Die quergeschnittene Wand der betreffenden Endodermzelle war dunkelviolett gefärbt. Recht schön war die Tüpfelung im Casparyschen Streifen noch bei einem mit Fuchsin-Jodgrün gefärbten Präparat zu sehen (Taf. II, Fig. 43). Der Casparysche Streifen hatte

[1] bezogen von Bayer, Elberfeld.

[2] „ „ Aktiengesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.

[3] „ „ Leonhardt, Mühlheim a. Rhein.

[4] Mit Rutheniumrot gefärbte Präparate lassen sich, ohne daß die Färbung merklich verschwindet, leicht in Canadabalsam einschließen.

[5] bezogen von Bad. Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen.

nicht die früher erwähnte rote Färbung, sondern er zeigte einen violetten Ton. Die übrige Zellwand war rötlich gefärbt. Einzelheiten konnten bei ihrer lichtschwachen Färbung nicht darin wahrgenommen werden.[1]

Die feineren Einzelheiten der Querwände, insbesondere des Casparyschen Streifens lassen sich, wie sich zeigte, am besten bei Färbung der Präparate mit Chlorzinkjod studieren. Es wurden in dieser Richtung noch einige Untersuchungen unternommen, wobei auf die längere oder kürzere Einwirkung der Javelleschen Lauge Rücksicht genommen wurde. So wurde ein ca. 6 Stunden ausgelaugter Schnitt der erwähnten Färbung unterworfen und eine Querwand betrachtet, die folg. Bild ergab (Taf. II, Fig. 45). Der auf beiden Seiten des Casparyschen Streifens gelegene Teil der Querwand war violett gefärbt und wies ein netzartiges Leistenwerk, ähnlich dem der Querwände der Parenchymzellen, auf. Scharf umgrenzte Tüpfel lagen zwischen dem Maschenwerk. Auch im Casparyschen Streifen waren Tüpfel deutlich zu sehen. Der Casparysche Streifen zeigte die oben erwähnte gelbe Färbung, jedoch fand sich ein blaues Netz scheinbar darüber gelagert. Auf gleichem Niveau lagen die rein gelben, meist ovalen bis runden Stellen des Casparyschen Streifens und die Leisten der übrigen Querwand, die bei dieser hohen Einstellung deutlich waren. Bei mittlerer Einstellung tritt die blaue Färbung des Leistenwerks auf dem Casparyschen Streifen deutlich hervor, während die Leisten der Seitenteile der Querwand verschwommen sind.

Ein nur einige, ca. 5, Minuten der Javelleschen Lauge ausgesetzter Schnitt, der dann mit Chlorzinkjod gefärbt wurde, lieferte folgendes Resultat. Sehr deutlich waren die Leisten auf den Parenchymzellen zu erkennen. Die bei mittlerer Einstellung gelb erscheinenden, runden Stellen des Casparyschen Streifens waren bei hoher Einstellung violett. Bei mittlerer Einstellung waren die zwischen den gelben Stellen hinziehenden, dunklen Streifen violett gefärbt, während dies Rahmenwerk bei hoher Einstellung einen gelben Ton hatte, jedoch nicht so intensiv wie vorher der der runden Stellen.

Einige andere Querschnitte wurden zwei Tage in Eau de Javelle ausgelaugt unter häufiger Erneuerung der Lauge. Die Schnitte wurden dann wieder mit Chlorzinkjod gefärbt. Die Querwand färbte sich durchweg violett. Eine Gelbfärbung in ihrer Mitte, d. h. eine besondere Färbung des Casparyschen Streifens war nicht vorhanden, manchmal sah man noch die Grenzen des Streifens. Die violette Färbung stand der der Wände der Parenchymzellen bedeutend nach. Die Tüpfelung war reichlich und überall über die Querwand verbreitet. Die Tüpfel lagen häufig gruppenweise zusammen. Es trat eine Faltung des Casparyschen Streifens und somit der Querwand ein und zwar in radialer Richtung, da die Wand besonders dünn geworden war. Das früher beobachtete Leistenwerk war nicht mehr zu sehen. Der Casparysche Streifen wurde bei dieser Behandlung somit, wie Fig. 46 zeigt, auch längs gefaltet. Auffallend war, daß der Casparysche Streifen nunmehr beträchtlich dünner geworden war, so daß er in der Zeichnung von Querschnittsbildern nur durch eine zarte Kontur festzuhalten ist (Taf. II, Fig. 41). Vorkommnisse, wie die in der Fig. 41 dargestellten, bei denen der Streifen gerissen war, zugleich aber die abgerissenen Stücke noch etwas nebeneinander lagen, lassen vielleicht den Schluß zu, daß eine Spaltung des Streifens in der Mittellamelle eintreten könne; jedoch konnte diese Frage nicht mit Sicherheit entschieden werden.

Den von Kroemer aus seinen Versuchen geschlossenen Eigenschaften des Casparyschen Streifens wären aus obigem für die Farne noch hinzuzufügen,

1. daß der Casparysche Streifen mit Sicherheit reichlich Tüpfel aufweist,

2. daß der Casparysche Streifen in seinen Umrissen stark gefranzt und wellenartig gezackt erscheint,

3. daß die Javellesche Lauge verändernd auf ihn wirkt, in dem Maße, daß sie bei längerer Einwirkung die mit den charakteristischen Färbemitteln sich färbenden Bestandteile des Casparyschen Streifens zur Auflösung bringt, oder sie so verändert, daß schließlich anscheinend nur eine zarte Cellulosegrundlage mit reichlichen Tüpfeln übrig bleibt. Zugleich wird der Casparysche Streifen dadurch dünn, und die netzartige Struktur der Wandung und des Casparyschen Streifens verschwindet. Ob das Netz den Cas-

[1] Auch die von mir untersuchten Casparyschen Streifen in den Endodermzellen der Wurzeln von Hemerocallis fulva und Funkia Sieboldiana zeigten helle und dunkle Stellen. Die Tangentialwand der Endodermzellen wies deutlich Tüpfel auf.

paryschen Streifen überzieht, oder innerhalb der Wand liegt, ist schwer zu entscheiden. Durch lange Maceration mit Eau de Javelle wird auch eine Längsfaltung im Casparyschen Streifen hervorgerufen.

Uber die Natur der den Casparyschen Streifen aufbauenden Stoffe läßt sich immer noch kein klares Bild gewinnen. Von einer Kutisierung des Casparyschen Streifens kann jedoch durchaus keine Rede sein. Ebenso ist noch nicht mit Sicherheit auf eine Verholzung zu schließen, obwohl die Reaktionen der verholzten Membranen ganz ähnliche wie die des Casparyschen Streifens sind.

Van Wisselingh hatte schon erwähnt, daß bei gewissen Phanerogamen die Querfaltungen des Casparyschen Streifens fehlen, daß also neben gewellten Casparyschen Streifen andere Formen niemals eine Wellung aufweisen. Poirault (1893, S. 132) macht auf ähnliche Fälle, wie van Wisselingh sie beobachtet hat, bei den Gefäßkryptogamen aufmerksam. Nach ihm sind die Casparyschen Streifen der Endodermis der Wurzeln von Ophioglossum und Angiopteris vollkommen eben, die von Equisetum gefalten. Eingehende Untersuchungen, die merkwürdige Resultate zeitigten, stellt Poirault speziell an Wurzeln von Ophioglossum vulgatum an. Er fand nämlich die Casparyschen Streifen der Längswände in den Endodermzellen mit besonderen Auflagerungen bedeckt, die mit Anilinblau die charakteristische Callosereaktion gaben. Der Casparysche Streifen schien oft geradezu quergestreift von derartigen Auflagerungen, die, nach ihm einzeln betrachtet, die Form einer Bikonvexlinse haben. An diesen Stellen war der Streifen gerissen, und es hatte sich eine callöse Auflagerung seitlich und über den Bruch erstreckt. Von der Fläche betrachtet, hatte diese Erscheinung Ähnlichkeit mit einer Spaltöffnung „stomate". In jüngeren Wurzeln sollten diese Frakturen nur in ziemlich weiten Abständen voneinander anzutreffen sein, wogegen sie in alten Wurzeln in solcher Häufigkeit auftreten sollten, daß ihre Callosebezüge gleichsam zu einer homogenen Auflagerung zusammenfließen. Diese Risse in dem Casparyschen Streifen waren nach ihm eine Folge der Kontraktion der Wurzel, indem der starre, wenig elastische Casparysche Streifen nicht der Kontraktion des übrigen Teils der Querwand folgen konnte und somit riß. In Ophioglossum sollten sich diese Calloseauflagerungen auch auf den Querwänden der Zellen wiederfinden. Bei Equisetum, wo der Streifen schon von Anfang an gefaltet ist, konnte Poirault nichts Ähnliches bemerken. Obwohl ich meine Untersuchungen speziell an Ophioglossum vulgatum sehr ausgedehnt hatte, konnte ich nie etwas Derartiges, was einer Bildung von Wundcallus entspricht, wahrnehmen. Auch Längsschnitte wurden zwecks Untersuchung des Casparyschen Streifens angefertigt. Der in seinen Umrissen wellig gebogene Casparysche Streifen nimmt auch hier die Mitte der relativ langen, radialen Längswand ein (Taf. III, Fig. 51). Die oben geschilderten Untersuchungen wurden jedoch immer an Querwänden vorgenommen, da Längsschnitte infolge der unregelmäßigen Lage der Zellwände der Endodermzellen nur selten gute Flächenbilder des Streifens lieferten. Die bekannte Erscheinung (s. Kroemer, S. 86), daß bei angeschnittenen Zellen sich der Protoplast zu einem dem Casparyschen Streifen fest anhaftenden Band inmitten des Zelllumens zusammengezogen hat, läßt sich auch hier wahrnehmen.

Das, was hier über den Casparyschen Streifen, sowie über den Bau der Primärendodermzellen von Ophioglossum vulgatum gesagt ist, läßt sich im Großen und Ganzen für die Primärendodermzellen aller übrigen Farne verallgemeinern. Während, wie schon gesagt, Ophioglossum, Botrychium und einige andere Arten hinsichtlich der Gestalt der Endodermzellen eine Ausnahme bilden, sind diese Zellen bei den übrigen Filicinen ziemlich flach, und nimmt hier der Casparysche Streifen die ganze Radialwand ein, wie dies z. B. bei Pteris (Taf. II, Fig. 49), Aspidium etc. der Fall ist.

Die Wurzel von Ophioglossum besitzt bis zur Basis der Wurzel nur Primärendodermzellen. Dasselbe trifft für die übrigen eusporangiaten Filicinen, wie Angiopteris, Botrychium, Marattia (Taf. II, Fig. 48) etc. zu. Farne, die wie diese des Sekundärstadiums der Endodermzellen ermangeln, verbreitern den Schluß der Radialwände in auffallender Weise. Hat der Streifen bei Ophioglossum und Botrychium schon eine auffallende Breite (5 μ) gegenüber der in den Endodermzellen von Monokotylenwurzeln, wo er z. B. wie bei Iris nur $^1/_{12}$ der gesamten Breite der Radialwand einnimmt, so erreicht er in den Wurzeln von Marattia alata (Taf. II, Fig. 48) und Angiopteris evecta eine Breite bis zu 24 μ und nimmt fast die ganze Radialwand ein. Die bei diesen zwei Formen anzutreffenden Endodermzellen, die in ihrem Bau sich vollkommen ähneln, sind äußerst weitlumig und dünnwandig. Im Längsschnitt betrachtet erweisen sie

sich etwa 2—3mal so lang als breit, sind im Verhältnis zu denen von Ophioglossum also von sehr geringer Längenausdehnung. Ihre Membranen zeigen sich hierbei gewellt. Relativ kürzere Zellen kommen nur äußerst selten vor.

Auch unter den leptosporangiaten Filicinen scheinen Vertreter einzelner Familien nur Primärendodermzellen auszubilden. Diese sind dann auch weniger regelmäßig gestaltet, besitzen dagegen keine so breiten Casparyschen Streifen wie die der eusporangiaten Farne. Bei den folgenden Formen konnte eine Verkorkung der Endodermis niemals nachgewiesen werden: Fam. Hymenophyllaceae: Trichomanes radicans und T. parvulum; Fam. Osmundaceae: Osmunda regalis, Todea barbara, — superba. Vielleicht kommt allen Hymenophyllaceen und Osmundaceen nur der Primärzustand der Endodermzellen zu. In den Endodermzellen von Osmunda regalis ebenso in denen von Trichomanes parvulum ließen sich stets mit Sudan rot gefärbte, relativ große rundliche Massen nachweisen, die besonders dem Streifen auf beiden Seiten anhaften (Taf. II, Fig. 47). Auch in den Rindenzellen lagen übrigens sich mit Sudan rot färbende Massen.

Zur Untersuchung der Primärendodermzellen auf Plasmabrücken wurden Querschnitte von Ophioglossum vulgatum gemacht. Poirault (1893, S. 213) untersuchte als erster die Rinde dieses Farns auf Plasmaverbindungen und konnte solche zwischen den Zellen des Rindenparenchyms reichlich konstatieren. Von Plasmaverbindungen in den Wandungen der Endodermzellen erwähnt er nichts. Schon vor ihm hatte Terletzki (1884, S. 454) die Rinde der Wurzel von Struthiopteris germanica und Pteris aquilina auf Plasmaverbindungen untersucht. Er wollte solche zwischen den Rindenzellen beobachtet haben; jedoch sind das, was er als Plasmabrücken beschreibt, nur Tüpfelfüllungen, wie Arthur Meyer (1896) nachweist. Auch Terletzki (S. 457) hat in den Wandungen der Endodermzellen nichts von plasmatischen Verbindungen auffinden können und verneint sogar dort das Vorkommen von Tüpfeln. Kienitz-Gerloff (1891, S. 22) wollte in einem Fall, nämlich im Rhizom von Polypodium vulgare, Verbindungsfäden gefunden haben, „die von den Plasmakörpern der Endodermzellen sowohl gegen die Elemente des primären Parenchyms als auch gegen die des Gefäßbündels ausstrahlen.“ Die Plasmabrücken seien hier stark und bildeten „einfache Brücken zwischen den Plasmakörpern der Nachbarelemente.“ Arthur Meyer (1896) zeigt dagegen, daß sich der genannte Forscher in Bezug auf diesen Fall derselben Täuschung wie Terletzki hingegeben hat, indem von eigentlichen Plasmaverbindungen keine Rede sein kann, sondern höchstens von Tüpelfüllungen. Zu meinen Untersuchungen an Querschnitten von Ophioglossum verwandte ich im Wesentlichen das von Arthur Meyer (1897) empfohlene Verfahren. Es zeigten sich zwischen Epiblem- und Rindenzellen und diesen untereinander Plasmaverbindungen, die das gewohnte Aussehen haben. Besonders deutlich und häufig sind sie zwischen den Parenchymzellen des inneren Teils der Rinde. Zwischen Endodermzellen und Rindenzellen, sowie zwischen Endodermzellen und Zellen des Leitbündels waren sie jedoch nicht sichtbar zu machen. Es ist mir also niemals gelungen, in irgend einer Wand der Endodermzellen Plasmabrücken nachzuweisen. Daß innerhalb des Casparyschen Streifens selbst mit dem genannten Verfahren keine Verbindungen sichtbar zu machen sind, kann nicht wundern, da sich ja der Casparysche Streifen, wie S. 21 erwähnt, mit Pyoktänin intensiv blau färbt. Tüpfel in den Radial- und Tangentialwänden waren bei Ophioglossum zu konstatieren. Daß auch innerhalb des Casparyschen Streifens Tüpfel auftreten, haben die Untersuchungen, die auf S. 23 mitgeteilt sind, gezeigt.

Herr Professor Meyer hat diese Frage noch bei anderen Pflanzengruppen prüfen lassen, und es scheint ihm fast, als sei das Fehlen der Plasmabrücken eine wichtige und charakteristische Eigenschaft der Endodermen im allgemeinen.

2. Bau der Sekundärendodermzellen.

Außer den im vorigen Kapitel erwähnten Farnen geht bei allen übrigen das Primärstadium der Endodermzellen schon früh in das Sekundärstadium über, das die Endodermis bis zur Wurzelbasis beibehält. Je nach der Auflagerung der verkorkten Lamelle müssen wir bei den Farnen zwei Arten von Sekundärendoderm-

zellen unterscheiden. Es tritt nämlich der merkwürdige Fall ein, daß bei einigen Farnen die Auflagerung der Lamelle nur auf der Tangentialinnenwand der Primärzellen erfolgt; bei andern Farnen dagegen wird die Suberinlamelle simultan ringsherum auf der Innenfläche der Wandschicht der Primärzelle angelegt. Letzterer Fall entspricht dem durchweg bei den Phanerogamen auftretenden Zustand. Als Vertreter der ersten Art von Farnen habe ich Struthiopteris germanica, als Vertreter der letzteren Art Pteris serrulata, — tremula und Nephrolepis tuberosa gewählt. In Folgendem will ich nun zunächst die Sekundärendodermzellen von Struthiopteris einer Besprechung unterwerfen. Die hierbei angeführten Reaktionen der Suberinlamelle gelten auch für die Suberinlamellen der Endodermzellen der andern Farne. Der Casparysche Streifen bleibt in den Sekundärendodermzellen unverändert und ist durch Färbung mit Phloroglucin oder Chlorzinkjod gut sichtbar zu machen (Taf. III, Fig. 56).

Von einer 6,4 cm langen Wurzel von Struthiopteris germanica wurden im Abstand 2—4 cm von der Spitze Querschnitte angefertigt. Die Endodermzellen sind tangential gestreckt und liegen in einem Kreise angeordnet. In radialer Richtung sind sie von geringer Breite. Sie besitzen einen relativ großen Zellkern. Ihre Zellwände sind im lebenden Zustand schwach braun gefärbt.

Eine Färbung der Schnitte in Sudanglycerin lieferte folgendes Resultat. Der Protoplast hat sich an einigen Stellen in der Zelle abgehoben, an andern um so mehr zusammengeballt. Der Casparysche Streifen ist an seinem starken Lichtbrechungsvermögen zu erkennen. Auf der ziemlich dünnen inneren Tangentialwand zeigt sich bei allen Zellen der Endodermis eine deutliche Rotfärbung in Gestalt einer dünnen, zum Teil etwas welligen Lamelle (Taf. III, Fig. 53 sb). Oft auch treten kleine rundliche Kügelchen, die ebenfalls rot gefärbt sind, an dieser Stelle besonders hervor. Diese Lamelle reicht immer von dem Casparyschen Streifen der einen Radialwand bis zu dem der andern. Zuweilen zeigt sich auch auf beiden Seiten des Casparyschen Streifens stellenweise die rote Färbung; in einem Falle wurde beobachtet, daß die Lamelle bis zur Mitte des Casparyschen Streifens sich an ihm emporzog (Taf. III, Fig. 54), nie war aber eine Rotfärbung an der Tangentialaußenwand zu konstatieren. Besser noch tritt die rotgefärbte Lamelle hervor bei langsamem Erhitzen der Schnitte in Sudanglycerin. Bei Schnitten, die 3 Stunden in Sudan gelegen hatten, und bei denen die Suberinlamelle scharf abgegrenzt, tief rot hervortrat, wurde das Plasma durch nachfolgende Behandlung mit schwach wässriger Lösung von Methylviolett gefärbt. Ebenso wurden die Membranen schwach gefärbt. Es zeigte sich hierbei, daß die aufgelagerte Lamelle in die Tüpfel der Tangentialinnenwand wie bei den Phanerogamen einbiegt. Die Lamelle grenzt direkt an das Plasma. Mit Chlorzinkjod zeigen sich die Wände der Endodermzellen noch gelbbraun. Die blaue Cellulosefärbung kann nicht eintreten, da die Wände noch mit dem gelbbraunen Farbstoff imprägniert sind, der den Zellmembranen der Farnwurzeln eigentümlich ist. Zwischen den Casparyschen Streifen einer jeden Zelle liegt der ganzen tangentialen Wandfläche eine deutlich konturierte, dunkelbraun gefärbte Lamelle auf (Taf. III, Fig. 56 sb). Trotzdem sie ziemlich dick ist, und etwa die Dicke des Casparyschen Streifens erreicht, sind die Ansatzstellen der Lamelle nicht zu verfolgen. Die braun gefärbten Endodermzellen werden von conc. Schwefelsäure nicht gelöst. Bei Aufhellung sieht man an der inneren Tangentialwand eine dunkle, sich nicht lösende Lamelle. Die hierbei an der äußeren Tangentialwand sichtbare dunkle Lamelle von gleicher Dicke ist die gemeinsame Mittellamelle der Rindenparenchym- und Endodermzelle, nicht etwa eine aufgelagerte Lamelle. In conc. Chromsäure treten Tracheiden und Casparyscher Streifen deutlich durch ihre dunkle Färbung hervor. Am stärksten widerstandsfähig sind die Casparyschen Streifen, zwischen denen die aufgelagerten Suberinlamellen als helle lichtbrechende Membranen erhalten bleiben. Die Chromsäure bietet auch bei Betrachtung der Suberinlamelle ein gutes Aufhellungsmittel, da sie diese nicht wie die Javellesche Lauge angreift. Man legt am besten die Schnitte längere Zeit in ein Gemisch von gleichen Teilen Chromsäure und Wasser. Die braune Farbe der Zellen wie auch ihr Inhalt wird stark reduziert. Die intakt gebliebene Suberinlamelle tritt nunmehr bei Färbung mit Sudan und Betrachten des Schnittes in Glycerin besonders deutlich hervor. Auf diese Weise läßt sich schon bei schwacher Vergrößerung der „Schluß der Endodermis“ feststellen.

Eine Veränderung der Membranstruktur der Sekundärendodermzelle durch erhitztes Glycerin ist nicht zu bemerken. Bei Erhitzen mit Kalilauge, wobei die Mittellamellen nebst Zwickel der Rinden-

zellen deutlich hervortreten und die Zellen gebleicht werden, verquillt die Suberinlamelle stark; das Plasma hebt sich von der Wand ab, und auch der Casparysche Streifen quillt auf und zeigt sich gelb gefärbt. Bei Erhitzen bis zum Sieden werden große, runde Tröpfchen ausgeschmolzen, die dann im Lumen der Zelle liegen und sich mit Sudan rot färben. Die Reste der Suberinlamelle liegen in Klumpen oder als Band mitten in der Zelle, und auf diesem Band liegen dann die ausgeschmolzenen Tröpfchen.

Eau de Javelle greift die Suberinlamelle verhältnismäßig rasch an. Nach 5 Minuten langer Behandlung mit Javellescher Lauge ist das Plasma der Endodermzellen herausgewaschen, der Casparysche Streifen tritt stark lichtbrechend hervor. In der äußeren Tangentialwand der Endodermzellen ist eine deutliche Mittellamelle sichtbar. Die primäre Membran nimmt mit Chlorzinkjod jetzt die gewöhnliche grau-violette Farbe an. Der Casparysche Streifen, der häufig nicht die ganze Radialwand einnimmt, hebt sich, braungelb gefärbt, hervor. Auf der Tangentialinnenwand direkt aufliegend oder auch etwas von ihr abgehoben, liegen jetzt dicht gedrängt eine Reihe runder, gelbbraun gefärbter Kügelchen, Restprodukte der aufgelagerten Lamellen (Taf. III, Fig. 55). Bisweilen liegen diese Partikelchen auch auf dem Casparyschen Streifen. Ein mit Eau de Javelle 5 Minuten behandelter Schnitt, an dem sich durch obige Färbemittel die aus der Suberinlamelle herausgefallenen Kügelchen nachweisen ließen, wurde in erhitztem Xylol oder in Chloroform ausgewaschen und dann wieder mit Chlorzinkjod gefärbt. Es zeigt sich nun doch eine ziemlich dicke, gelb (nicht sehr intensiv) gefärbte Lamelle, aufliegend auf der Mittellamelle der inneren Tangentialwand. Von den Kügelchen in ihrer früheren Größe und Zahl ist nichts mehr zu sehen; es liegen wohl noch kleinere, dunkle Körnchen der gelben Lamelle in geringer Anzahl auf. Diese gelbe Lamelle färbte sich mit Sudan schwach rot, — früher intensiv rot — die kleinen Körnchen darauf leuchtend rot. Xylol und Chloroform vermögen also nicht, die Suberinlamelle zu lösen, sondern es verschwinden bei Behandlung mit diesen Reagentien die relativ großen, durch Eau de Javelle-Einwirkung aus der Suberinlamelle herausgelösten Kügelchen. Schon durch 10 Minuten langes Liegen der Schnitte in Eau de Javelle hat sich die Suberinlamelle vollkommen gelöst. Die Zellen sind farblos, von Plasma sowie von sonstigen etwaigen Einschlüssen ist nichts mehr vorhanden. Färbung mit Chlorzinkjod läßt keine Spur von einer Gelbfärbung auf der violett gefärbten Tangentialinnenwand erkennen; jedoch ist die Färbung des Casparyschen Streifens noch sehr intensiv. Sudanglycerin gibt ebenfalls keine Rotfärbung auf der Tangentialinnenwand. Vereinzelt liegen noch kleine Körnchen innerhalb der Endodermzelle, vornehmlich an der inneren Tangentialwand, sowie in den Ecken, die sie mit Radialwänden bildet. Diese Körnchen sind färbbar. Nach 10 Minuten dauernder Einwirkung von Eau de Javelle haben die Endodermzellen vollkommen das Aussehen ihres primären Zustandes.

Diese Untersuchungen wurden durchgängig an in 80 % Alkohol gehärtetem Material vorgenommen. Auch an frischem Material läßt sich mit Sudanfärbung die Suberinlamelle auf der inneren Wand nachweisen. In Schnitten, die in Sudanglycerin eingelegt sind, hebt sich das Plasma stellenweise von der Wand ab. Es liegt zu Klumpen geballt in der Zelle und enthält zahlreiche, kleine und große, hell- bis dunkelrot gefärbte Partikeln. Genauere Untersuchungen an frischem Material gelangen nicht besonders wegen der in dem Plasma liegenden sich stark mitfärbenden Stoffe.

Eine ausgezeichnete Färbung der Suberinlamelle ließ sich noch mit dem von Michaelis[1] empfohlenen Scharlach R[2] erzielen. Der Fettfarbstoff wurde in heißer Milchsäure gelöst. Die Suberinlamelle färbte sich mit der erkalteten Farblösung purpurrot. Ich benutzte dann noch die von Herrn Prof. A. Meyer (Bakteriol. Zentralblatt, 1. Abtlg., XXXIV. Bd., 1903, S. 578) angegebene Methode, die auf einer Färbung mit Dimethylparaphenylendiamin in 1 % wässriger Lösung und α-Naphtol in 1 % Sodalösung beruht. Die Färbung hat immer mit frisch hergestellten Lösungen zu geschehen und wird so vorgenommen, daß zunächst von der einen Farblösung einige Tropfen auf den Objektträger gebracht werden. Diesen werden gleichviel Tropfen der andern Farblösung hinzugefügt, und beides wird dann gemischt. Die Schnitte werden eine zeitlang hierin belassen und dann in Wasser ausgewaschen. Die Be-

[1] L. Michaelis, Über Fettfarbstoffe (Virchows Archiv. Bd. CLXIV. 1901).

[2] Scharlach R oder Fettponceau, bezogen von Grübler, Leipzig.

trachtung geschieht in Glycerin. Die verkorkten Lamellen nehmen eine intensive, violettblaue Farbe an (Taf. III, Fig. 59 sb). Um gute Färbungen zu erhalten, ist es jedoch zweckmäßig, die Schnitte kurze Zeit (ca. 3—5 Min.) vorher mit Eau de Javelle zu behandeln, da die braungefärbten Membranen sich gleichfalls mit den Farbstoffen blau färben, ebenso das Plasma eine schwach blaue Farbe annimmt. Die aus der Lamelle durch Eau de Javelle ausgelaugten Stoffe färben sich auch blau und liegen eventuell der Suberinlamelle auf. In einzelnen Fällen finden sich kleine, bläulich gefärbte Kügelchen auf der äußeren Tangentialwand, sie sind aber in der Minderzahl, vermutlich der Suberinlamelle ausgelaugt und nur an diesen Stellen abgelagert.[1]

Zwecks Untersuchung der Frage, ob die Sekundärendodermzellen die oben geschilderte Struktur bis zur Basis der Wurzel beibehalten, oder ob sie noch in irgend einer Weise eine Veränderung erleiden, wurden Querschnitte aus der Basalregion einer 24,5 cm langen Wurzel von Struthiopteris germanica angefertigt. Mit Sudanglycerin gefärbt zeigen die Endodermzellen in ihrem Plasma zahlreiche, kleine und große, rote Kügelchen (Taf. III, Fig. 57). Diese liegen oft rings in der Zelle herum und treten in solchen Massen auf, daß eine Unterscheidung einer Suberinlamelle nicht möglich ist. Sie zeigt sich erst bei vorheriger Behandlung der Schnitte mit verdünnter Chromsäure und Färbung mit Sudan als rote Lamelle auf der Tangentialinnenwand. Auf der Außenwand liegen im Plasma noch immer die roten Kügelchen, jedoch nicht mehr in so großer Zahl. Weit mehr liegen sie auf der Innenwand der Zelle. Bei Chlorzinkjodfärbung hebt sich die Suberinlamelle auf der inneren Wand deutlich ab, wenn auch die Betrachtung durch die im Plasma liegenden, jetzt braun gefärbten Stoffe gestört wird. Wurden die Schnitte vor der Färbung in Xylol ausgewaschen, so verschwanden die rot gefärbten Massen. Es zeigt sich die verkorkte Lamelle auf der Mittellamelle der inneren Wand aufliegend mit kleinen roten Partikelchen darauf. Auf der Außenwand liegen nur ab und zu rote Klümpchen. Die Nachfärbung der so behandelten Schnitte ergab, daß tatsächlich auch in dieser Region der Wurzel eine Suberinlamelle nur auf der Innenwand liegt, und daß sie gegen das Zellinnere, sowie gegen die ursprüngliche Mittellamelle durch keine andere Lamelle abgegrenzt ist. Bei 8 Minuten langer Einwirkung der Javelleschen Lauge hob sich die verkorkte Lamelle von der Wand ab. Rot gefärbte Massen haften ihr noch an (Taf. III, Fig. 58 sb). Es wurden dann noch einige Schnitte einen halben Tag in erwärmtes Xylol gelegt und hierauf gefärbt. Das Plasma ist in der Zelle noch erhalten, aber von den rot gefärbten Massen ist keine Spur mehr da; sie sind also durch Xylol herausgelöst und vielleicht Fett oder ein in Xylol lösliches Exkret. Die auf der inneren Tangentialwand liegende Lamelle nimmt jetzt nur schwer die rote Farbe mit Sudan an. Sehr instruktive Bilder erhält man noch, wenn man Schnitte, die in erwärmtem Xylol gelegen haben, kurze Zeit (ca. 8 Min.) mit Eau de Javelle behandelt, so daß außer den fettartigen Substanzen nun auch das Plasma entfernt ist. In den meisten Endodermzellen zeigt sich jetzt die Suberinlamelle deutlich, meist von der inneren Tangentialwand abgehoben. Bei andern Endodermzellen ist sie ganz herausgelöst.

Ganz vereinzelt fanden sich in den Wurzeln von Struthiopteris germanica auch Endodermzellen vor, die wie in dem zweiten, gleich näher zu beschreibenden Fall, die Zelle rings mit einer Suberinlamelle auskleideten (Taf. III, Fig. 59). Die Färbung ist mit Dimethylparaphenylendiamin + α-Naphtol vorgenommen. Der Caspary'sche Streifen ist deutlich wegen seiner Nichtfärbbarkeit zwischen den Suberinlamellen der zwei Zellen zu erkennen. Das in der Zeichnung außer der eigentlichen Suberinlamelle sonst blau Gefärbte stellt tiefer liegende Teile der gewellten Suberinlamelle dar. In Wurzelzweigen von Struthiopteris trat der Fall, daß die Suberinlamelle rings in der Zelle angelegt wurde, häufiger auf. Der Suberinschlauch hat sich dann meist längs der ganzen Tangentialaußenwand von dieser abgehoben. Dieser äußere Teil der Suberinlamelle färbt sich mit Sudan nur sehr schwach rot und gleicht einem dünnen hyalinen Häutchen (Taf. III, Fig. 60, 61). Wie Struthiopteris verhalten sich im wesentlichen, hinsichtlich der Anlage der Suberinlamelle, Aspidium Oreopteris, Polypodium Phegopteris und Pteris aquilina. Nur einseitige Auflagerung der Suberinlamellen konnte ich bei folgenden Farnen konstatieren: Alsophila

[1] Diese Färbung wurde mit gutem Erfolg auch zur Sichtbarmachung der Suberinlamelle in den Sekundär- und Tertiärendodermzellen von Iris germanica von mir angewandt.

australis, — celtidifolia; Aspidium violascens; Asplenium celtidifolium, — esculentum (Taf. II, Fig 62); Athyrium filix femina; Blechnum brasiliense (Erd- und Luftwurzeln); Ceratopteris thalictroides; Cystopteris fragilis (wahrscheinlich); Dictyogramme japonica; Lomaria falcata, — gibba; Onoclea sensibilis; Polypodium difforme; Woodsia ilvensis; Woodwordia caudata, — media.

Die Sekundärendodermzellen der meisten andern Farne haben (bis auf das Fehlen der Cellulose-lamelle) den gleichen Bau wie die der Phanerogamen. Es sind dies vornehmlich die Farne, deren Rinde in ihrem inneren Teil starke Sklerenchymbildung aufweist. Als Untersuchungsobjekt wählte ich Pteris serrulata.

Die Endodermis, aus schmalen Zellen bestehend, ist reich an protoplasmatischem Inhalt. Die mit Eau de Javelle behandelten und dann in kaltem Sudan gefärbten Schnitte zeigen die Suberinlamelle als überall gleichmäßig dicke, intensiv rot gefärbte Lamelle rings in der Zelle, der ursprünglichen Cellulosesubstanz aufliegend. Der verkorkte Schlauch hat sich von den Tangentialwänden häufig abgehoben, haftet jedoch fest an den Radialwänden. Eine Differenzierung des Caspary'schen Streifens läßt sich hierbei nicht sichtbar machen. Färbt man ein Präparat ohne Eau de Javelle mit Sudanglycerin, so sieht man nur auf der Tangentialinnenwand und an den Radialwänden deutlich die Suberinlamelle in roter Färbung. Auf der äußeren Tangentialwand zieht sich ein schmales Band hin, an dem eine Rotfärbung infolge der tiefbraunen Färbung der angrenzenden, stark verdickten Rindenzellenmembran nur schwer zu erkennen ist (Taf. III, Fig. 63 sb). Mit Chlorzinkjod läßt sich die Suberinlamelle in bekannter Weise sichtbar machen, wobei die mit Eau de Javelle entfärbten Rindenzellen violette Cellulosereaktion annehmen (Taf. III, Fig. 64 sb). Auch für Pteris tremula ergaben sich sehr instruktive Bilder von rings angelegter Suberinlamelle. Nach Chromsäureeinwirkung liegen die verkorkten Lamellen allein im Gesichtsfeld. Die einzelnen Schläuche hängen nicht zusammen, da der Caspary'sche Streifen sich bald löst. Es wurde noch eine reich verzweigte Nebenwurzel aus einer Wasserkultur von Nephrolepis tuberosa (s. S. 6) untersucht; die Endodermzellen wichen in nichts von dem für Pteris beschriebenen Bau ab.

In auffallender Weise zeigt sich in den Endodermzellen einiger Formen aus der Gattung Pteris das Lumen der Zelle mit einer hellbraunen homogenen Masse erfüllt, ähnlich wie wir dies bei den Epiblemzellen von Athyrium und den Hypodermzellen von Onoclea antrafen (s. S. 11 und 16). Die braune Inhaltsmasse ergibt auch hier die gleiche Reaktion wie dort. Solche Endodermzellen besitzen Pteris aquilina, — argyrea, — tremula und — umbrosa. An frischem Material konnte ich aber die Braunfärbung des Inhalts der Endodermzellen niemals auffinden. Dagegen handelt es sich hier nicht etwa um eine durch Alkoholeinwirkung hervorgerufene Erscheinung, denn Material, das in frischem Zustand keine Braunfärbung erkennen ließ, und das ich 4 Monate in 80 % Alkohol eingelegt hatte, verhielt sich unverändert. Wir haben es jedenfalls mit einer kompakten, schleimigen oder ölartigen Substanz zu tun, die gelegentlich bei vereinzelten Exemplaren, und dann nur in den Endodermzellen auftritt. In gleicher Weise waren die Endodermzellen einiger Wurzeln von Trichomanes radicans mit diesen braunen Massen angefüllt.

Die Endodermzellen mit allseitig angelegter Suberinlamelle entsprechen also im allgemeinen den von Kroemer beschriebenen der Angiospermen; es scheint mir jedoch die Suberinlamelle in den Farnzellen etwas dicker als bei den Angiospermen zu sein, und von einer dünnen, der Suberinlamelle aufliegenden Cellulose-lamelle habe ich nie etwas bemerken können. Auch von einer bei den Angiospermen bisweilen auftretenden primären Zwischenlamelle, die sich zwischen Mittellamelle und Suberinlamelle einschiebt, war nichts zu finden. Ich will zuletzt noch bemerken, daß der Nachweis der Suberinlamelle und die Untersuchung ihrer Morphologie eine durchaus nicht leichte Aufgabe ist, da bei den Formen mit verdickten inneren Rindenzellen zur besseren Sichtbarmachung der Lamelle ja stets mit Eau de Javelle vorgearbeitet werden muß, welches die verkorkte Lamelle stark angreift.

Im Besitze von Endodermzellen mit rings die Zelle auskleidender Suberinlamelle sind folgende Farne: Fam. Cyatheaceae: Balantium antarcticum; Dennstaedtia davallioides; Microlepia hirta. Fam. Polypodiaceae: Acrostichum axillare (Taf. IV, Fig. 85, 86 e); Adiantum Capillus Veneris, — diaphanum, — Farlayense, — macrophyllum, — pubescens, — tenerum, — trapeziforme; Allosurus

crispus, — falcatus; Aspidium decompositum, — Filix mas (Taf. IV, Fig. 79, 80 e), — lobatum, — proliferum, — septentrionale (Taf. IV, Fig. 87 e), — spinulosum; Asplenium alatum, — Belangeri, — bulbiferum, — Fabianum, — lucidum, — Nidus, — planicaule, — praemorsum, — Trichomanes; Blechnum longifolium, — occidentale, — Spicant; Cheilanthes fragrans; Chrysodium crinitum; Cystopteris montana; Davallia bullata, — recurva; Didymochlaena lunulata; Fadyenia prolifera; Goniophlebium glaucophyllum; Grammitis Ceterach; Gymnogramme chrysophylla, — palmata; Neottopteris australasiaca; Nephrolepis tuberosa; Niphobolus Lingua; Oleandra articulata; Pellaea Wrightii; Platycerium alsicorne, grande, — Stammaria; Polybotrya quercifolia; Polypodium aureum, — Dryopteris, — fraxinifolium, — ireoides, — Lingua, — Reinwardtii, — vulgare; Polystichum anguillare, — setosum; Pteris argyrea, — cretica, — flabellata, — palmata, — serrulata, — tremula (Taf. IV, Fig. 84 e), — umbrosa; Scolopendrium vulgare; Selliguea Fée i; Woodwordia radicans. Fam. Schizaeaceae: Aneimia Phyllitidis, — rotundifolia; Lygodium japonicum; Mohria caffrorum. Fam. Gleicheniaceae: Gleichenia flabellata.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, daß da, wo wir in der inneren Rinde Verstärkungsscheiden finden, rings geschlossene Suberinlamellen in den Endodermzellen vorhanden sind. Ich habe nur zwei Ausnahmen von dieser Regel gefunden, nämlich bei Polypodium difforme und Pteris aquilina, wo trotz der Ausbildung einer typischen, sklerenchymatisch verdickten Zone in der Rinde, die Suberinlamelle nur einseitig angelegt wird. Für letztere Form waren jedoch, wie S. 28 erwähnt, auch vereinzelte Endodermzellen mit rings angelegter Suberinlamelle vorhanden. Das umgekehrte Verhalten, daß Formen, denen die Verdickungszone der inneren Rinde fehlt, nur Endodermen mit einseitig angelegter Suberinlamelle ausbilden, scheint nicht so allgemein vorzukommen. Ich konnte diese Beziehung zwar bei 18 Formen konstatieren, dagegen zeigten Cystopteris montana, Gleichenia flabellata, Lygodium japonicum und Mohria caffrorum eine rings angelegte Suberinlamelle, obwohl ihre innere Rinde jeglicher Verstärkungszone entbehrte.

Wie bereits bekannt, verhalten sich die Arten ein und derselben Gattung hinsichtlich der Ausbildung der Verstärkungszonen verschieden. Interessant sind nun solche Fälle, wo eine Art hinsichtlich der Anlage einer Verdickungszone in der inneren Rinde eine Ausnahme von den andern Arten der ihr zugehörigen Gattung bildet. So finden wir in Übereinstimmung mit obiger Regel von den untersuchten Spezies von Aspidium, Asp. Oreopteris und — violascens als die einzigen, bei denen die innere Rinde nicht zu einer sklerotischen Verdickungszone ausgebildet ist. Diese nehmen nun aber auch in der anatomischen Struktur der Sekundärendodermzellen eine Ausnahmestellung ein, indem allein bei ihnen, abweichend von den andern Spezies die Suberinlamelle nur einseitig angelegt wird. Dieselben Verhältnisse zeigen sich bei Blechnum longifolium, occidentale und — Spicant mit stark verdickter Rinde und Blechnum brasiliense. Von 9 untersuchten Spezies von Polypodium hat P. Phegopteris allein keine Verdickungszone und dem entsprechend einseitig angelegte Suberinlamellen. Ebenso verhalten sich von 12 untersuchten Spezies von Asplenium 2, die nicht ihre innere Rinde verdicken, nämlich A. celtidifolium und A. esculentum. Woodwordia radicans zeigt Verdickungszone in der Rinde und allseitig angelegte Suberinlamelle, während W. caudata und W. media gleichmäßig gebaute Rinde und demgemäß einseitige Anlage der verkorkten Lamelle zeigen. Ähnliche sich entsprechende Fälle ließen sich noch mehrere angeben. Welche Bedeutung diese sich ergebenden Beziehungen haben, vermag ich nicht anzugeben.

Ein Tertiärzustand der Endodermzellen, also eine sekundäre Verdickung der Zellwände durch hervorragend mechanisch wirksame, meist verholzte Lamellen kommt bei den Farnen niemals vor, wie schon Russow (1872, S. 169) und Schwendener (1882, S. 26) angeben. Dafür ist das Vorkommen äußerer, mechanisch wirkender Verstärkungszonen hier sehr verbreitet (s. Kap. V).

3. Schluß der Endodermis.

Von den Endodermistypen, die Kroemer (S. 103 u. folg.) aufstellt, lassen sich bei den Farnen nur zwei angeben. Als ersten Typus, der sich mit dem Typus I von Kroemer (S. 105) deckt, müßten

wir den für Ophioglossum beschriebenen (S. 19 u. folg.) bezeichnen, bei dem das Primärstadium der Endodermis zum Dauerzustand wird. Die übrigen, diesem Typus unterzuordnenden Farne siehe S. 24 u. 25.

Der zweite Typus, der allen übrigen Farnen (in Sonderheit den leptosporangiaten Filicinen) eigen ist, enthält außer den Primärendodermzellen Sekundärendodermzellen. Wurzeln, die diesem Typus angehören, zeigen somit folgende Zonen: 1. die Embryonalzone,[1] die nur Endodermzellen im Meristemzustand enthält, 2. die Übergangszone, welche neben Embryonalzellen die ersten Primärendodermzellen aufweist, 3. die Primärzone, nur Primärendodermzellen enthaltend, 4. die Intermediärzone, die hier Primär- und Sekundärendodermzellen gleichzeitig enthält, 5. die Sekundärzone, in der die Endodermis nur Zellen im Sekundärzustand aufweist. Dieser Typus deckt sich mit keinem der von Kroemer angegebenen. Er soll an einzelnen Wurzeln erläutert werden; hierbei ist auf den „Schluß der Endodermis“ besonderes Augenmerk gerichtet worden. Unter Schluß der Endodermis versteht man den Zustand der Verkorkung sämtlicher Zellen. Es sind hierbei die Fragen zu erledigen: Erfolgt diese Verkorkung überall in sämtlichen Zellen gleichmäßig oder nicht, wo tritt sie zuerst auf und in welchem Abstand vom Vegetationspunkt? Analoge Fragen lassen sich mit Bezug auf den Casparyschen Streifen hinsichtlich seines Auftretens stellen. Beides soll zunächst an einer Wurzel von der beschriebenen Form C von Struthiopteris germanica (S. 6), die im Mai 1903 ausgegraben wurde, dargestellt werden.

Die untersuchte Wurzel war 16,3 cm lang, trug bis Seitenzweige 2. Ordnung, letztere aber spärlich. Die Verzweigung, soweit sie äußerlich wahrnehmbar ist, begann im Abstand 5,5 cm. Die Seitenzweige waren bis 3,5 cm lang. Vom Vegetationspunkt an wurden Handquerschnitte scheitelabwärts gemacht. Flächenschnitte, an denen Kroemer den Schluß der Endodermis untersuchte, lassen sich hier schlecht anfertigen. Als hindernd treten hier die geringe Breite der Endodermzellen und die dicken, braunen Rindenzellmembranen entgegen, die schwer zu durchsehen sind. Im Abstand 5 mm zeigten sich noch sämtliche Endodermzellen im Embryonalzustand. Die Siebröhren waren schon in zwei Bögen angelegt. Etwas tiefere Schnitte (ca. 5,5 mm) zeigten in einem Brennpunkt des elliptischen Leitbündels eine Tracheide, im andern Brennpunkt zwei Tracheiden angelegt; jedoch noch keine Radialwand der Endodermzellen hatte den Casparyschen Streifen. Die Anlage des Casparyschen Streifens geschieht also erst nach Ausbildung der ersten Tracheiden. Die folgenden Schnitte ließen nun zuerst den Casparyschen Streifen in den Radialwänden erkennen, die den Siebröhren gegenüberliegen.[2] Die successiven Schnitte zeigen nun den Casparyschen Streifen auch auf weiteren Radialwänden, bis schließlich auch die Endodermzellen, die den Tracheidengruppen gegenüberliegen, den Casparyschen Streifen ausbilden. Die Anlage geschieht etwa so, wie es die folgende Tabelle angibt:[3]

	Linke Hälfte der Ellipse		Rechte Hälfte der Ellipse	
Region des Schnittes v. d. Spitze gemessen	Zahl d. Radialwände ohne Casp. Streifen	Zahl der Tracheiden	Zahl d. Radialwände ohne Casp. Streifen	Zahl der Tracheiden
5,5 mm	5	1	9	2
	3	1	2	2
	2	1	1	2
	2	1	0	2
	1	1	0	2
7,0 mm	0	1	0	2

Die Anzahl der Radialwände der Endodermis beträgt 40.

[1] Die Bezeichnungen sind nach Kroemer S. 104 gewählt.

[2] Auch bei Schnitten durch die Wurzel von Osmunda regalis bestätigte sich dieses erste Auftreten des Casparyschen Streifens vor den Siebsträngen; s. auch S. 20 bei Ophioglossum.

[3] Man denke sich die in Ellipsenform ausgebildete Endodermis durch die Querachse der Ellipse so geteilt, daß jede Hälfte einen offenen Bogen um je eine Tracheidengruppe bildet. Die zwei Bögen von Siebröhren sind durch die Querachse halbiert.

Die einzelnen Zeilen der Tabelle würden also bedeuten: Von 40 Radialwänden zeigen 5 vor der einen Tracheidengruppe gelegene keine Casparysche Streifen, auf der andern Seite 9; u. s. w. Das Auftreten des Casparyschen Streifens geschieht danach ziemlich plötzlich, und in einer relativ sehr kleinen Region hat sich die Ausbildung auf sämtliche Endodermzellen erstreckt. Im Abstand 7,0 mm von der Spitze weisen sämtliche Radialwände den Casparyschen Streifen auf, und beginnt hier die Primärzone. In dieser Region geschieht auch die erste Anlage von Wurzelhaaren.

Bei Schnitten im Abstand 7,5 mm, zeigten sich die Radialwände der Endodermzellen vor der einen Tracheidengruppe, die jetzt aus 3 Gefäßen besteht zwar wieder ohne Casparysche Streifen. Aus der anormalen Lage der hier gelegenen Endodermzellen, sowie aus tiefer geführten Schnitten ergab sich jedoch, daß hier eine Seitenwurzel ihren Ursprung nahm, und waren hier bis zu 6 Endodermzellen ohne den Casparyschen Streifen, eine Erscheinung, die sehr natürlich ist, da die hier gelegenen Zellen noch Teilungsvorgängen unterworfen waren. Es ist nicht gesagt, daß die Zahl der Tracheiden nach der Basis der Wurzel zu kontinuierlich wächst, wenigstens auf kleinere Regionen hin ist dies nicht direkt ersichtlich. Ihre Zahl kann wieder abnehmen. So waren bei 10 mm Abstand wieder wie bei 5 mm auf der einen Seite eine, auf der andern zwei Tracheiden ausgebildet. Die Endodermzellen, welche den Gefäßgruppen gegenüberliegen, waren von größerem Lumen als die übrigen Zellen. (Taf. II, Fig. 32, hier 2 Radialwände ohne Casparyschen Streifen). Der Primärzustand der Endodermzellen blieb bis zum Abstande 4,48 cm bestehen. Hier waren 43 Endodermzellen, alle im primären Zustand, vorhanden — die Anzahl der Gefäße betrug 6 im einen Teil der Ellipse und 5 im andern Teil. Die Wurzelhaare begannen in dieser Region ihre Tätigkeit einzustellen. Bei tiefer geführten Schnitten trat in einzelnen Zellen nunmehr Verkorkung auf, d. h. die Suberinlamelle fand sich, in der beschriebenen Weise der inneren Tangentialwand aufgelagert, vor. Es ergaben sich Bilder, wo von 43 Endodermzellen — die Zahl der Zellen schwankte in dieser Region des Schlusses zwischen 40 und 43 — 22 Zellen ohne Suberinlamelle waren. Die folgenden Schnitte zeigten weniger Zellen letzterer Art, bis bei 4,63 cm Abstand sämtliche Zellen mit Suberinlamellen versehen waren, d. h. der vollkommene Schluß der Endodermis war hier eingetreten. Eine genauere Tabelle (wie ich sie später aufstellen werde) ließ sich hier nicht herstellen, da infolge nicht ganz horizontaler Führung des Querschnittes falsche Bilder des Schlusses entstehen würden, indem Zellen der einen Hälfte der Ellipse tieferen Regionen als die der andern Hälfte angehören können. Eine Gesetzmäßigkeit im Schluß war nicht festzustellen; jedenfalls erfolgte er auf ganz kurzer Strecke und plötzlich. Von 4,63 cm an zeigten nun die Endodermzellen durchweg den Sekundärzustand, der bis zur Basis der Wurzel erhalten blieb. Mit Rücksicht auf die Entwicklung der Endodermis ließen sich bei der vorliegenden Wurzel somit folgende Zonen unterscheiden:

Embryonalzone von der Spitze bis 5,5 mm Abstand,
Übergangszone, in der Embryonal- und Primärendodermzellen zugleich vorkommen, 5,5—7,0 mm,
Primärzone 0,70—4,48 cm,
Intermediärzone, die gleichzeitig Primär- und Sekundärendodermzellen enthält, 4,48 bis 4,63 cm,
Sekundärzone, 4,63—16,30 cm (Basis der Wurzel).

In gleicher Weise wurde nun der Schluß bei einem Wurzelzweig erster Ordnung dieser Wurzel, die im Wesentlichen dieses Jahr (1903) der Nährstoffzuführung der Pflanze diente, untersucht. Der betreffende Seitenzweig zeigte keine Verzweigungen; er war 12 mm lang mit intakter, heller Wurzelspitze. In 3 mm Abstand vom Vegetationspunkt der Wurzel traten reichlich Wurzelhaare auf; es begann jedoch in dieser Region das Epiblem zu kollabieren. Es wurden also wie vorhin sorgfältig aufeinander folgende Querschnitte gemacht, und das erste Auftreten der Verkorkung genau beobachtet. Es zeigte sich, daß die Verkorkung im Abstand 1,6 mm zuerst in einer Zelle auftrat. Es waren hier 14 Endodermzellen vorhanden; das Leitbündel enthielt beiderseits je 3 Tracheiden. Im Abstande 3 mm war der Schluß vollendet. Die Zahl der Tracheiden war dieselbe — in der Zwischenregion war sie jedoch

Variationen unterworfen; die Zahl der Endodermzellen betrug 13. Der Schluß erfolgt also auch hier sehr früh und auf ganz kurzer Strecke (1,4 mm lang).

Zur Darstellung des Schlusses wurde ein Schema (Taf. IV, Fig. 95) angefertigt. Es wurde die ellipsenförmige Endodermis oben (senkrecht über ihrem Mittelpunkt) gespalten gedacht und dann aufgerollt, so daß der elliptische Zylinder auf einer Ebene ausgebreitet ist. Es wurden im Querschnitt hier 14 Endodermzellen angenommen; die Größe einer einzelnen Zelle wurde durch ein kleines Rechteck markiert. Ist dies dunkel gehalten, so soll dies bedeuten, daß die Zelle verkorkt ist. Das Ergebnis der aufeinanderfolgenden Querschnitte wurde eingetragen. Die 2 dunkel schraffierten Längsbänder sollen den Verlauf der Gefäße darstellen, so daß direkt ersichtlich wird, welche Zellen den Tracheidengruppen gegenüberliegen. Waren nun auch nicht alle Querschnitte, zumal da sie mit der Hand geführt sind, von der gleichen Dicke, und lieferte auch nicht jeder das Bild von einer Lage von Zellen, was eigentlich bei Anfertigung des Schemas hätte zu Grunde gelegt werden müssen, so ergibt das Schema doch einen Überblick über den Schluß der Endodermis. Es zeigt sich jedenfalls daraus, daß der Schluß vollkommen regellos erfolgt, während bei der Angiospermenwurzel insofern eine Gesetzmäßigkeit eintritt, daß den Siebröhren gegenüber die Zellen zuerst geschlossen werden.

In gleicher Weise wurde noch für verschiedene andere Wurzeln der Schluß untersucht. Ein Seitenzweig 2. Ordnung derselben Wurzel von Struthiopteris, der 2,7 mm lang war, Wurzelhaare und guten Vegetationspunkt besaß, zeigte in der Region von 2,0 mm bis zur Basis abwärts Schluß der Endodermis. Eine einjährige Wurzel von Struthiopteris, die zwischen den Niederblättern von Ausläufern erst im Frühjahr 1903[1] ausgebrochen ist, und die ich unter der Form A. S. 5 näher beschrieben habe, lieferte folgendes Resultat. Die Wurzel war unverzweigt und 6,5 cm lang. Im Abstand 1,97—2,00 cm trat der Schluß ein. Es waren 33 Endodermzellen vorhanden. Die Schlußzone war also hier äußerst kurz.

Bei Aspidium filix mas begann der Schluß der Endodermis bei den reich verzweigten Wurzeln schon früh, zwischen 1 und 2 cm Spitzenabstand, bei den jungen, zwischen den Blattbasen entspringenden Wurzeln, die unverzweigt und dick sind, weit später, in ca. 6 cm Spitzenabstand. Die Region von der Spitze bis hierher, in der lediglich die Aufnahme der Nährstoffe erfolgt, war somit bei letzteren größer. Eine reich verzweigte Wurzel von Aspidium filix mas zeigte das erste Auftreten von Verkorkung in 1,5 cm Abstand; ein Seitenzweig 1. Ordnung dieser Wurzel, der 2,7 cm lang war, war an der Basis vollkommen geschlossen. Ein Seitenzweig 2. Ordnung hiervon, von der Länge 0,7 cm und ein solcher 3. Ordnung von der Länge 0,4 cm zeigten an ihren Basen die Endodermis bis auf die den Tracheiden gegenüberstehenden Zellen verkorkt (Taf. IV, Fig. 81, 82).

Für Wurzeln aus der beschriebenen Wasserkultur von Nephrolepis tuberosa S. 6 ergab sich folgendes. Bei einem Wurzelzweig 1. Ordnung von der Länge 4,7 cm mit Verzweigungen bis 2. Ordnung trat im Abstand 1,75 cm vollkommener Schluß der Endodermis ein — es waren 10 Endodermzellen vorhanden. Das Epiblem begann hier zu kollabieren, während es in der Region der unverkorkten Zellen intakt war und noch aktive Wurzelhaare trug. Die Endodermis der Wurzelzweige 2. Ordnung war nicht geschlossen. Bei den Wurzeln, die den in die Luft hineinragenden Ausläufern von Nephrolepis entsprangen und reichlichere Behaarung aufwiesen, erfolgte der Schluß der Endodermis bei einer 4,5 cm langen Wurzel im Abstand 0,8 cm von der Spitze, einer Region, in welcher von Wurzelhaaren noch nichts zu sehen war. Eine Erdwurzel von der Länge 3,0 cm zeigte bei 0,4 cm Spitzenabstand Schluß der Endodermis.

Eine genauere Untersuchung der verschiedenen Zonen wurde noch bei einer Wurzel von Pteris serrulata vorgenommen. Die Wurzel war 13,7 cm lang und wies nur Verzweigung 1. Ordnung auf. In 2,65 cm Spitzenabstand trat vollkommener Schluß der Endodermis ein. Die Intermediärzone begann bei 2,49 cm Spitzenabstand, d. h. es fanden sich hier die ersten Verkorkungen in der Endodermis. In der Primärzone zeigten sich auf einer Strecke von etwa 0,7 mm einzelne, der einen Tracheidengruppe opponiert liegende Zellen wieder mit verkorkter Lamelle ausgestattet. Wir dürfen jedoch nicht diese

[1] Die Untersuchung wurde im Juli 1903 gemacht.

isoliert liegenden verkorkten Zellen in die Zone des Schlusses einbeziehen, da ihre Verkorkung von einem Seitenzweig her angeregt zu sein schien. Es trat nämlich in 2,47 cm Spitzenabstand ein Seitenzweig aus der betrachteten Wurzel, der an seiner Basis schon Endodermzellen im Zustand der Verkorkung zeigte. Bei Schnitten in etwa 2,50 cm Abstand zeigten sich 1—5 parenchymatische Zellen des Leitbündels verkorkt. Es ergaben sich für diese Wurzel von Pteris serrulata somit folgende Zonen:

Embryonalzone von der Spitze bis 1,7 mm Abstand (Länge der Wurzelhaube ca. 0,2 mm),
die Übergangszone war so klein, daß sie kaum genau angebbar ist; sie hatte schätzungsweise eine Länge von 0,3 mm,
die Primärzone erstreckte sich von 0,2—2,49 cm,
die Intermediärzone (Primär- und Sekundärendodermzellen) reichte von 2,49—2,65 cm,
die Sekundärzone begann im Abstand 2,65 cm und umfaßte die ganze Wurzel bis zur Basis.

Die Wurzelzweige 1. Ordnung dieser Wurzel, die lediglich der Aufnahme der Nährstoffe dienten, waren vollkommen offen. Sie waren bis zu 12 mm lang. Querschnitte von der Basis zeigten das Epiblem vollkommen erhalten mit intakten Wurzelhaaren. Die Zahl der Endodermzellen an der Basis schwankte zwischen 7 und 9; sie waren alle unverkorkt.

Für eine Wurzel von Lygodium japonicum zeigte sich ebenfalls sehr früh Schluß der Endodermis, nämlich im Abstand 0,5 cm von der Wurzelspitze. Die genaue Länge der Wurzel war nicht festzustellen, da mir nur ein Stück derselben zur Verfügung stand. Sie ließ sich auf etwa 20 cm schätzen. In 1 cm Spitzenabstand erfolgte der Austritt der ersten Seitenzweige. Die Endodermis, wie überhaupt der Wurzelquerschnitt, bot hier ein äußerst interessantes Bild. Die Endodermzellen mit angelegter Suberinlamelle (ringsherum) waren sehr in die Länge gestreckt und bis zur Basis der Wurzel in der geringen Anzahl von 6 vorhanden. Diese bildeten in ihrer Gesamtheit, auf dem Querschnitt betrachtet, ein reguläres Sechseck. Nach der Spitze der Wurzel zu waren einzelne Zellen durch eine Querwand nochmals geteilt. Die Zone des Schlusses, die Intermediärzone, erstreckte sich bei der erwähnten Wurzel von 0,4—0,5 cm. Der Casparysche Streifen trat zuerst in 0,2 cm Abstand von der Spitze auf. Die Wurzel wurde also fast ganz von der Sekundärzone eingenommen; die andern Zonen waren von so geringer Länge, daß sie kaum angebbar waren.

An einer im Winter 1903 dem Boden entnommenen 7,5 cm langen Wurzel von Onoclea sensibilis trat noch früher Schluß der Endodermis ein. Dementsprechend erstreckte sich die Ausbildung von Embryonal- und Primärzone nur auf wenige Millimeter. Übergangs- und Intermediärzone waren gar nicht zu messen. Die Länge der Zonen betrug:

Embryonalzone	bis 1,0 mm,	Länge 1 mm,
Primärzone	1,0 bis 3,0 mm,	Länge 2 mm,
Sekundärzone	3,0 bis Basis,	Länge 72 mm.

Die betreffende Wurzel hatte reichlich Seitenzweige 1. Ordnung (bis 0,7 mm lang); die Verzweigung begann im Abstand von 3 cm von der Spitze. Der auffallend frühzeitige Schluß mag wohl hier mit der Jahreszeit zusammenhängen, denn es ist anzunehmen, daß, um einen wirksameren Schutz bezw. Abschluß während der Überwinterungsperiode zu bieten, die Verkorkung bis möglichst weit hinauf in die Spitze erfolgt.

Auch bei Keimwurzeln wurde die Frage nach Schluß der Endodermis einer Untersuchung unterworfen, zu der die ersten Wurzeln junger Farnpflänzchen von Adiantum, Aspidium und Pteris benutzt wurden. Die zarten Würzelchen zeigten nur selten schon Seitenzweige. Sobald die Keimwurzeln eine genügende Länge erreicht hatten, trat auch schon die Endodermis im Sekundärzustand auf. So zeigte eine 26 mm lange Keimwurzel von Pteris an ihrer Basis vollkommenen Schluß der Endodermis (8 Endodermzellen). Dagegen zeigte eine 17 mm lange Keimwurzel von Adiantum und eine 4 mm lange von Aspidium keine Sekundärendodermzellen. Letztere hatte an ihrer Basis selbst den Primärzustand noch nicht ausgebildet, obwohl je 3 Erstlingsgefäße angelegt waren.

Die Resultate der Untersuchungen dieses Kapitels lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Die Anlage des Casparyschen Streifens erfolgt sehr früh, schon in nur wenigen Millimetern Abstand von der Wurzelspitze. Er tritt kurz nach Anlage der ersten Gefäße auf und zwar zunächst in den, den schon früher ausgebildeten Siebröhren, opponiert liegenden Zellen. Die Ausbildung des Casparyschen Streifens in sämtlichen Endodermzellen erfolgt auf einer äußerst kurzen Strecke, die bisweilen nur in Bruchteilen eines Millimeters angegeben werden kann. Die Anlage des Casparyschen Streifens beginnt, auf Querschnitten betrachtet, mit Punktform.

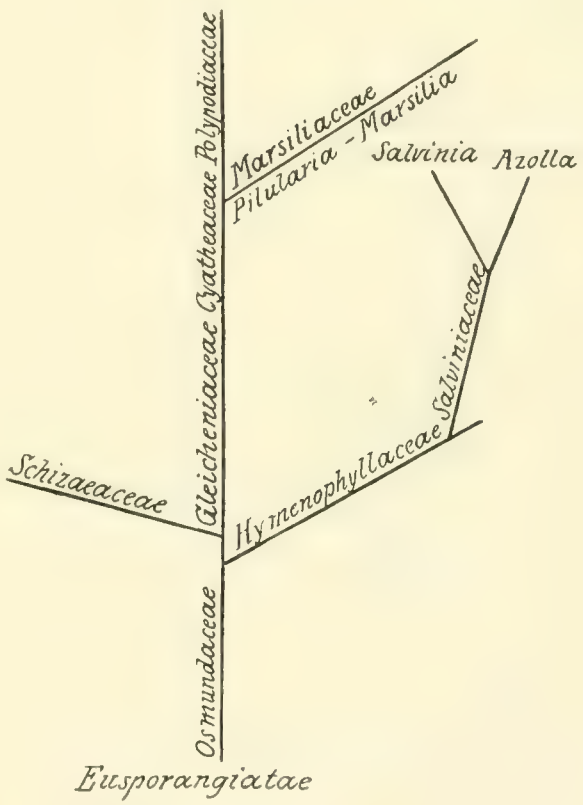
2. Die Primärzone ist gleichfalls von geringer Länge, 0,2—6 cm lang.

3. Die Intermediärzone, die Zone des Schlusses ist sehr kurz (0,3 bis 1,6 cm). Der Schluß ist unregelmäßig und erfolgt ohne irgend welche Gesetzmäßigkeit.

4. Die Seitenzweige verkorken auch schon relativ früh ihre Endodermis, ebenso die Keimwurzeln, wenn sie eine genügende Länge erlangt haben.

5. Mit eintretender Verkorkung der Endodermis beginnen die Wurzelhaare ihre Tätigkeit einzustellen, und das Epiblem fängt an zu kollabieren.

Wie schon bei Kroemer (S. 96) auseinandergesetzt wurde, hatte es nach den in der Literatur vorliegenden Angaben den Anschein, als seien die Primärendodermzellen eine ältere phylogenetische Errungenschaft des Pflanzenstammes als die Sekundärendodermzellen, die Tertiärendodermzellen wieder eine neuere als diese. Dieser Gesichtspunkt, welcher sich bei Betrachtung der Angiospermen aus naheliegenden Gründen wenig fruktifizieren ließ, sollte in den weiteren Untersuchungen fortgesetzt Berücksichtigung finden. Meine Untersuchungen haben gezeigt, daß die Tertiärendodermzellen ganz allgemein den von mir untersuchten Farnen fehlen, also sowohl den eusporangiaten Ophioglossaceen und Marattiaceen als auch den leptosporangiaten Formen. Das würde also besagen, daß diese Farne auf einer niederen Stufe der Entwicklung stehen geblieben sind, also gleichsam ältere Formen repräsentieren als die Angiospermen. Die eusporangiaten Gruppen besitzen ferner alle nur Primärendodermzellen, von den leptosporangiaten kommen solche den Hymenophyllaceen und Osmundaceen ebenfalls zeitlebens zu. Es wäre demnach zu erwarten, daß diese Gruppen zu den ältesten gehörten und zudem keine weitere Differenzierung erfahren hätten. Für die Marattiaceen, Hymenophyllaceen und wohl auch Osmundaceen scheint diese Annahme mit den Tatsachen der Palaeontologie, die z. B. in dem Schema auf S. 106 der Pflanzenpalaeontologie von Potonié ihren Ausdruck finden, zu stimmen. Wenn die als fossile Ophioglossaceen angesprochenen Reste (Potonié in Engler-Prantl, S. 472) wirklich dieser Pflanzengruppe



angehörten, so wäre auch diese Gruppe als eine sehr alte und isolierte aufzufassen. In auffallender Weise stimmt mit meinen Resultaten die Anschauung, welche der von Campbell in seinem Werke „Mosses and Ferns“ S. 421 dargestellte Stammbaum ausdrückt, den ich auf S. 35 abbilde. Nach ihm leiten sich die leptosporangiaten Filicinen von den eusporangiaten ab. Als älteste Familie der Leptosporangiaten sind die Osmundaceen dargestellt, aus denen zunächst wieder die Hymenophyllaceen als Seitenast, danach die übrigen Farnfamilien hervorzugehen scheinen. Von dieser Stelle des Stammbaums der Farne setzen nun, wie meine Beobachtungen zeigten, die Sekundärendodermzellen ein.

Hinzuweisen ist darauf, daß nicht ganz in Übereinstimmung mit diesen Anschauungen über das vermutliche Alter der Farne z. B. Engler in seinem „Syllabus der Pflanzenfamilien“ (1903) und Christ (1897) die Marattiaceen und Ophioglossaceen nach den Leptosporangiaten anführen, indem sich im Wesentlichen ihre Systematik nach den Sporangien richtet, die bei diesen zwei Gruppen eine kompliziertere Entwicklung und Bau aufweisen als bei den Leptosporangiaten. Die Hymenophyllaceen stellen genannte Forscher an den Anfang, die Osmundaceen gegen Ende der leptosporangiaten Reihe.

Wir finden nun neben normalen Sekundärendodermzellen bei den Farnen, wie wir sahen, auch noch den Fall einer einseitigen Auflagerung der Suberinlamelle. Ob letzterer Zustand vielleicht als Übergangsstadium zu dem ersteren, weit häufigeren, zu betrachten und demgemäß als ältere Form aufzufassen ist, bleibt dahingestellt.

Hand in Hand mit der successiven Entwicklung der Endodermzellen im Pflanzenreich geht merkwürdigerweise ein Nachlassen der Mächtigkeit des Casparyschen Streifens. Wie schon S. 24 erwähnt, haben die Formen, die niemals den Sekundärzustand der Endodermzellen ausbilden, ihren Casparyschen Streifen in besonders auffallender Breite ausgebildet. So ist bei den eusporangiaten Filicinen der Casparysche Streifen am breitesten, wird in seiner Breite bei den leptosporangiaten Filicinen durch die schon weniger große Breite der Radialwand reduziert, die er aber gewöhnlich ganz einnimmt, und bei den Phanerogamen, z. B. Iris, ist er nur ganz schmal trotz der oft sehr breiten Radialwand der Endodermzellen. Es ergibt sich somit folgendes Bild für die Ausbildung der Endodermis in den verschiedenen Gruppen des Pflanzenreichs:

	Stadien	Breite des Casp. Streifens im Verhältnis zur Breite der Wand	Breite des Streifens
Eusporang. Filic. + Osmundaceae, Hymenophyllaceae	Primärstadium	relativ sehr breit	bei Marattia alata bis 24 μ „ Ophioglossum vulg. 4—6 μ „ Osmunda regalis 4—5 μ
Leptosporangiate Filicinen	Primärstadium und Sekundärstadium	relativ breit	bei Struthiopteris germ. 2—3 μ „ Pteris tremula 3 μ
Phanerogamen (Monocotylen und Dikotylen).	Primärstadium Sekundärstadium Tertiärstadium	relativ schmal	bei Funkia Siebold. 2,7 μ „ Zea Mais 1,6 μ „ Iris germanica 1,5—1,6 μ

V. Die mechanischen Verdickungszonen der inneren Rinde in ihrer Beziehung zur Endodermis.

Wie schon S. 17 und 29 erwähnt, lehnen sich an die Endodermis der Mehrzahl der Spezies aus der Familie der Polypodiaceen nach außen mechanische Scheiden an, die von verschiedenen Forschern schon eingehend beschrieben sind, auf die aber hier doch kurz eingegangen werden soll, damit ihre Be-

ziehungen zur Endodermis und zum Stoffverkehr klar gelegt werden. Russow (1872), welcher diese Scheiden von der Endodermis gut unterscheidet, wendet den Ausdruck „Stützscheide“ (S. 81) an, solange es sich nur um eine Lage von Zellen handelt, die dicht um die Endodermis liegen und ihre Wände einseitig stark verdicken und bräunen (s. Asplenium bulbiferum). Erstreckt sich die Verdickung und starke Braunfärbung auf mehrere Zellschichten der inneren Rinde, so spricht er von „Sklerenchymmassen“ (S. 104 und Taf. XI, Fig. 35).

Poirault (1893) bezeichnet jede der Endodermis außen anliegende sklerenchymatisch verdickte Zone der Rinde in den Farnwurzeln als „anneau scléreux“. Bei de Bary (1877, S. 433) und in „Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien“ (Sadebeck, 1902, S. 61) werden sie mit dem von Schwendener zuerst dafür eingeführten Namen „Stereome“ oder „Stereomscheiden“ belegt. Schwendener (1882) beschreibt wohl am eingehendsten diese sklerenchymatisch verdickten Zonen der inneren Rinde und nennt sie hier „Außenscheiden“. Er hat im allgemeinen die Endodermzelle nicht absolut scharf von den Sklerenchymzellen der „Schutzscheide“ getrennt. Auch bei den Farnen rechnet er (S. 15 und Taf. I, Fig. 5 und 9) die Tangentialwand der Rindenzelle zu der Endodermzelle, jedoch schreibt er S. 51: „Ist die Scheide selbst dünnwandig und die Außenscheide, wo sie vorhanden, ursprünglich in zwei opponierten Längszonen mit Durchgängen versehen, wie bei den meisten Farnkräutern, so bilden die verdickten Rindenzellen oft mächtige, rinnenförmige Schienen, die sich im Querschnitt nach den Rändern hin mondsichelartig verjüngen.“ Die mechanischen Verdickungsscheiden der inneren Rinden weisen nach meinen Untersuchungen einen sehr komplizierten und mannigfach gestalteten Bau auf, indem sie sich allermeist aus 2 verschiedenen Elementen, aus Sklerenchymfasern und aus Sklerenchymzellen, zusammensetzen. Ich habe das mir zur Verfügung stehende Material daraufhin durchgesucht und je nach dem verschiedenen Bau und Zusammensetzung dieser, die Endodermis umgebenden, sklerenchymatischen Belege drei Typen aufstellen können.

Typus I. Die Endodermis wird umgeben von einer mehr oder weniger starken sklerenchymatischen, zuletzt geschlossenen Scheide, die sich zusammensetzt aus zwei, den Siebteilen radiär gegenüberliegenden Belegen von Sklerenchymfasern und zwei diese verbindenden, in Querschnitten keilförmigen Belege dunkler gefärbter, stark getüpfelter Sklerenchymzellen, die den Tracheidengruppen opponiert liegen. Hierher gehört zunächst Aspidium Filix mas, das in sehr schöner Weise die Ausbildung der Verdickungszone zeigt. Taf. IV, Fig. 79 stellt einen Querschnitt durch die mittlere Region einer Wurzel dieses Farns dar. Das Leitbündel wird zunächst von der Endodermis umgeben. Diese wird ihrerseits von einer starken Scheide sklerenchymatischen Gewebes begrenzt, das sich gegenüber den Siebteilen aus zwei im Querschnitt mondsichelförmigen Komplexen von Sklerenchymfasern und zwei keilförmigen Komplexen von Sklerenchymzellen vor den Tracheen zusammensetzt. Auf dem Querschnitt betrachtet sind letztere Zellen, weitlumiger, noch nicht so stark verdickt und reichlich mit Tüpfeln versehen, sowie von braunerem Ton als die Sklerenchymfasern. Letztere sind im Querschnitt gleichmäßig stark verdickt — bis fast zum Schwund des Lumens — und von länglichen Tüpfelkanälen durchsetzt. Die sie aufbauenden Lamellen sind von gelber Farbe, nur die zuletzt aufgelagerten braun. Mittels des Schulzeschen Macerationsverfahrens lassen sich die Fasern leicht isolieren, verlieren dabei aber ihre gelbe Farbe. Die Fasern sind gewöhnlich beiderseits zugespitzt und mit zahlreichen, schräg gestellten, länglichen Tüpfeln versehen, die sich bei Färbung mit Safranin noch deutlicher sichtbar machen lassen (Taf. III, Fig. 72—77). Ihre Länge ist sehr variabel, meist 400—1500 μ; es kommen aber auch kürzere und länger gestreckte Elemente vor. Ihre Breite ist dagegen ziemlich konstant — 25—40 μ. Wir haben also hier typische Sklerenchymfasern vor uns, die mit ihren langen zugespitzten Enden fest ineinander greifen und mechanisch gut wirksame Stränge bilden. Anders sind die den Tracheen opponiert liegenden Zellen des sklerotischen Gewebes gebaut. Die Tüpfel sind nicht schräg gestellt und weit größer und zahlreicher als bei den Fasern (Taf. III, Fig. 69—71). Die Zellen sind relativ kürzer als die Faserzellen, jedoch auch viel-

fach beiderseits mehr oder weniger zugespitzt. Ihre Länge ist konstanter — 200—700 μ; ihre Breite mißt 33—50 μ. Diese soeben beschriebenen Zellen können wir als Sklerenchymzellen bezeichnen. Übergänge zwischen beiden Zellarten kommen natürlich vor, wie auch de Bary (1877, S. 442) schreibt: „Die sklerotischen Elemente der Farne und Hydropteriden sind teils amylumführende Faserzellen, teils spezifische Sklerenchymelemente, die Arbeitsteilung zwischen beiden Formen aber nicht streng durchgeführt und eine scharfe Sonderung beider nicht möglich.“ Auch Übergänge zwischen den Sklerenchymelementen und den parenchymatischen Rindenzellen kommen vor. Letztere sind ziemlich lang gestreckt — 200—500 μ. Ihre Querwände sind in den äußersten Schichten horizontal, nach innen zu, wo die Zellen der äußeren Rinde in Sklerenchymzellen übergehen, schräg gestellt.

Der Verdickungsprozeß beginnt in der direkt an die Endodermis grenzenden Rindenzellschicht und schreitet mit dem Alter der Wurzel nach außen fort, so daß schließlich bis 10 Zellschichten davon ergriffen sind. Die Braunfärbung geht von der Mittellamelle aus, die demgemäß auch am tiefsten braun gefärbt ist und bei Einwirkung von Eau de Javelle am längsten die braune Farbe behält. Eau de Javelle löst den braunen Farbstoff, indem es ihn zunächst in schwarz, dann in karminrot überführt. Wie mir meine Untersuchungen zeigten, werden die dunkelbraunen, die Membranen der Sklerenchymzellen aufbauenden, Stoffe von Eau de Javelle schneller herausgelaugt, als die mehr gelben der Fasern. Schon in jüngeren Stadien geben die vor den Gefäßen liegenden Zellen nach Eau de Javelle-Behandlung eine reinere violette Cellulosefärbung mit Chlorzinkjod als die Faserzellen (Taf. IV, Fig. 80 D). Poirault (1893, S. 126) erwähnt, daß durch Kalilauge die Sklerenchympartien über den Gefäßbündeln eine braunrote, die über den Siebteilen eine düstere Farbe annehmen. Das Verhalten der gelb- bis braunwandigen Membranfarbstoffe gegenüber anderen Reagentien habe ich auf S. 8 näher beschrieben.

Bei vielen der hierher gehörigen Farne z. B. Acrostichum axillare (Taf. IV, Fig. 85), Niphobolus Lingua etc. sind die Sklerenchymfaserbelege der Außenscheide nach außen von einer Schicht von Sklerenchymzellen umgeben, die denselben Bau wie die der keilförmigen Ausschnitte vor den Tracheiden aufweisen. Sie sind wie diese dann dunkelbraun und nur einseitig auf ihrer Tangentialinnenwand verdickt. Die Verdickung der Sklerenchymzellen kann also auch nur einseitig erfolgen. In diesem Falle beschränkt sich die Verdickung zuweilen nur auf die eine große, unmittelbar an die Endodermis angrenzende Zelle, indem nur diese ihre innere Tangentialwand stark verdickt und bräunt (Taf. IV, Fig. 85). Große und relativ viele Tüpfelkanäle durchsetzen aber dann die dicke Membran.

Es fragt sich nun, wie verhält sich die Endodermis hinsichtlich ihres Schlusses gegenüber der Anlage dieser Verdickungszonen. Bei einer Wurzel von Acrostichum axillare trat in 0,75 cm Spitzenabstand Schluß der Endodermis ein, während eine Verdickung der Zellmembranen der inneren Rinde sich erst in 1,15 cm Spitzenabstand bemerkbar machte (Taf. IV, Fig. 86). Gegenüber den Siebröhren zeigten sich hier zuerst auf dem Querschnitt zwei Zellschichten kleiner Zellen, die ihre Wandungen verdicken und gelb färben. Gleichzeitig war gegenüber den Primordialgefäßen die direkt an die Endodermis grenzende Rindenzelle, die von weiterem Lumen ist als die übrigen Rindenzellen, schon schwach an ihrer inneren Tangentialwand verdickt. Das Epiblem war in 1,15 cm Spitzenabstand schon kollabiert. Der Schluß der Endodermis erfolgt somit vor der Ausbildung der Verdickungszone der Rinde; ebenso ist das Epiblem schon kollabiert. Wie in Kapitel IV gezeigt, tritt Schluß der Endodermis bei der Farnwurzel schon relativ früh ein, so daß nur ein geringer Teil der Wurzel der mechanischen Verdickungszone entbehrt.

Zu diesem Typus I sind folgende Farne zu zählen:

a. Solche, von dem für Aspidium Filix mas beschriebenen Bau: Aspidium lobatum, — spinulosum, — proliferum, — falcatum (da Leitbündel triarch, hier 3 Durchbruchsstellen). Chrysodium crinitum. Davallia bullata, — recurva. Polypodium aureum, — Dryopteris, — fraxinifolium, — ireoides, — Lingua, — Reinwardtii, — vulgare.

b. Solche, bei denen, wie bei Acrostichum axillare, Sklerenchymzellen noch rings die Sklerenchymfaserbelege umkleiden und vor den Tracheiden nur je eine große, auf der Innenwand verdickte,

stark getüpfelte Sklerenchymzelle ausgebildet ist: Goniophlebium glaucophyllum, Niphobolus Lingua, Selliguea Féei, Platycerium alsicorne, — grande, — Stammaria. Bei den Platycerien-Arten erlangt die Verdickungszone eine erstaunliche Mächtigkeit.

Nicht zu verwechseln mit diesen Sklerenchymzellenverbindungen zwischen den Sklerenchymfaserbelegen sind in diesen Schichten die offenen Stellen vor den Tracheiden, die den Durchtritt eines Wurzelzweigs ermöglichen sollen. In solchem Falle sind vor der betreffenden Tracheidengruppe die Zellen der inneren Rinde noch nicht so stark verdickt und weniger gebräunt und zeigen bei Querschnittsansicht ganz das Ansehen der Zellen des äußeren Rindenparenchyms (s. dazu Schwendener 1882, S. 16, 17).

Da, wie erwähnt, Übergänge zwischen Sklerenchymfasern und Sklerenchymzellen vorkommen, so bleibt die Entscheidung, ob zwei dunkle Sklerenchymzellenstreifen, welche die Sklerenchymfaserbelege verbinden, vorkommen, oder ob ein einheitlicher Sklerenchymzylinder vorhanden ist, immerhin sehr zweifelhaft. Überall da, wo sich auf Querschnittsbildern von den Tracheidengruppen nur etwas anders gestaltete braune sklerotische Zellen zeigten, wobei besonders auf die stärkere Tüpfelung — die Tüpfel haben relativ breite Kanäle — geachtet wurde, habe ich diese zu Typus I gestellt, z. B. Aspidium falcatum. Waren jedoch keine anders gebauten Zellen in dem Verdickungsring vor den Tracheiden auf dem Querschnitt zu beobachten, so wurden die Formen zu dem nun folgenden Typus II gestellt.

Typus II. Die Endodermis wird umgeben von einem rings geschlossenen, breiten Ring typischer Sklerenchymfasern, der vor den Tracheiden nicht durch Sklerenchymzellen unterbrochen wird. Hierher sind zu rechnen: Allosurus crispus, — falcatus. Aspidium decompositum. Blechnum longifolium. Polybotrya quercifolia. Polystichum setosum. Pteris aquilina, — argyrea, — cretica, — palmata, — serrulata, — tremula (Taf. IV, Fig. 84), — umbrosa.

Bei den genannten Arten von Pteris, außer Pteris palmata, setzt sich die Verdickungszone aus weniger stark verdickten Sklerenchymfasern zusammen, die aber beiderseits lang zugespitzt sind und beträchtliche Länge haben. Auf Querschnitten sind Tüpfel nicht wahrnehmbar, jedoch zeigt maceriertes Material reichliche, aber sehr zarte, schräg gestellte Tüpfel.

Zu diesem Typus sind noch einige Spezies von Adiantum zu stellen, da sie auch eine ringsum gleichartige Scheide besitzen. Wegen ihrer eigenartigen Ausbildung der Verdickungszonen verdienen sie jedoch einzeln besprochen zu werden. Bei Adiantum diaphanum ist die Verdickungszone sehr regelmäßig gestaltet und besteht aus 2—3 Schichten von Sklerenchymelementen. Die innerste Schicht wird von Elementen gebildet, die mit ihrer breiten Seite dem Leitbündel zugekehrt sind. Die äußersten Schichten stehen, auf dem Querschnitt betrachtet, palissadenartig mit ihrer schmalen Breitseite auf diesen. Die Elemente sind teils sehr lang gestreckte, scharf zugespitzte Faser, jedoch ohne länglich, schräg gestellte Tüpfel; sie sind mit sehr kleinen, runden Tüpfelkanälen versehen. Bei Adiantum tenerum ist die Verdickungszone ebenfalls ziemlich regelmäßig ausgebildet. Ihre innerste Schicht setzt sich aus 6—7 großen, weitlumigen Sklerenchymelementen zusammen, um die sich 2—3 Lagen engerer Sklerenchymfasern herumlagern, die aber nur sehr spärlich schräg gestellte Tüpfelungen zeigen. Die 6 großen Zellen sind dagegen isodiametrisch gebaut, von relativ geringer Länge, aber ziemlicher Breite — ca. 140 bis 440 μ lang und 70—90 μ breit (Taf. III, Fig. 65—68). Ihre Kanten sind gewöhnlich zu einem oder zwei spitzartigen Fortsätzen ausgewachsen, die ein festes Ineinandergreifen der Zellen ermöglichen. Ihre dicken Wandungen sind gleichmäßig rings verdickt und reichlich von kleinen runden Tüpfeln durchbrochen, so daß wir diese Elemente als Sklerenchymzellen bezeichnen können. Ähnlich sind die Verdickungszonen von Adiantum Farlayense und Ad. trapeziforme gebaut, indem die an die Endodermis angrenzende Schicht sich aus weitlumigen, in u-förmiger Weise verdickten Zellen zusammensetzt, die übrigen Zellen aber ringsum gleichmäßig verdickt sind.

Typus III. Die Endodermis wird umgeben von einem ringsum gleichartigen Ring kurzer, stark einseitig verdickter, ungetüpfelter Sklerenchymfasern.

Hierher gehört Aspidium septentrionale, bei dem die Verdickungszone sich im wesentlichen aus einer Zellschicht sehr stark einseitig verdickter Sklerenchymfasern zusammensetzt (Taf. VI, Fig. 87). Die Verdickung erfolgt durch einseitige Auflagerung von Lamellen auf die Tangentialinnenwand und schreitet fast bis zum Schwund des Lumens vor. Die aufgelagerten Lamellen sind nicht einheitlich gefärbt, sondern es wechseln braun gefärbte mit gelben ab. An Längsschnitten oder an maceriertem Material erweisen sich diese Sklerenchymelemente als relativ kurze, aber ziemlich breite Sklerenchymfasern (Taf. IV, Fig. 88—92). Da sie sich mit ihren lang zugespitzten Enden fest ineinander schieben, so zeigen sich auf Querschnitten oft 2 Faserenden, in der Tiefe der Verdickungszone, quer getroffen; in der Tat aber ist bei diesem Farn nur eine Zelllage vorhanden. Eine dünnere Stelle in der sonst homogenen Scheide wird vor den Tracheidengruppen dadurch hervorgebracht, daß die einseitige Verdickung der Wand in den dort liegenden Faserzellen weniger stark ausgebildet ist (Taf. IV, Fig. 87 D). Merkwürdigerweise sind auf dem Querschnitt niemals Tüpfelkanäle zu beobachten, selbst nicht in den, den Tracheiden opponiert liegenden Zellen. Auch an maceriertem Material sind Tüpfel nicht wahrnehmbar. Das Lumen (l) wird hier nur von einem ganz schmalen Spalt gebildet. Die Länge der Fasern beträgt ca. 300—400 μ, ihre Breite 40—60 μ. Bei anderen hierher gehörigen Farnen sind die so gebauten Sklerenchymfasern auch von größerer Länge wie z. B. bei Scolopendrium vulgare (Taf. IV, Fig. 93), bei dem eine durch Maceration isolierte Faser 600—900 μ mißt. Von den zu diesem Typus gehörigen Farnen sind ebenso wie Aspidium septentrionale gebaut: Asplenium Belangeri, — bulbiferum, — Fabianum, — Nidus, — planicaule, — praemorsum, — Trichomanes; Gymnogramme chrysophylla; Neottopteris australasiaca. Bei Asplenium praemorsum wird die Verdickungszone nur aus 6 großen Sklerenchymfaserzellen gebildet. Die Verdickungszone besteht aus 2 Schichten von Faserzellen bei Asplenium lucidum, aus 3 und mehr Schichten bei Asplenium alatum, Grammitis Ceterach und Scolopendrium vulgare. Bei letzteren Farnen finden sich wohl die mächtigsten Außenscheiden.

Diese in so eigenartige Wege geleitete Ausbildung der verdickten, sklerenchymatischen Außenscheiden erklärt Schwendener (s. S. 45 u. folg.) wesentlich aus mechanischen Momenten, eine Auffassung, der wir durchaus beitreten müssen.

Bei dem betrachteten Typus I liegen die zwei Belege von Sklerenchymfasern bei Wurzelzweigen oben und unten. Sie machen die Wurzeln in der Längsrichtung zugfest und liefern einen lokal mechanischen Schutz für die Siebröhren. Wenn die Sklerenchymfaserbelege durch vor den Tracheiden sich ausbildende Sklerenchymzellen zu einem geschlossenen sklerotischen Ring verbunden werden, oder wenn ein geschlossener Ring gleichartiger, festigender Elemente wie bei Typus II und III gebildet wird, wird die Wurzel in zweckmäßiger Weise auch zugleich gegen Zug und Druck in der Querrichtung gefestigt (s. Schwendener, 1882, S. 49).

Aus der mächtigen Entwicklung der Außenscheiden glaubt Schwendener auch auf eine physiologische Bedeutung schließen zu können, indem er S. 58 schreibt „die Vermutung liegt nahe, daß ihre Leistungen bei dauerndem Wassermangel sich nicht bloß auf den rein mechanischen Widerstand gegen radiale oder longitudinale Druck- und Zugkräfte beschränken, sondern dem leitenden Gewebe der Wurzel noch in einem ganz andern Sinne schützend gegen Wasserverlust und allzurasche Temperaturschwankungen zu gute kommen.“ Mit diesen Betrachtungen in Einklang ergeben sich dann auch die Resultate, die in dem Kapitel über „Beziehungen zu Klima und Standort“ (S. 52) dargelegt sind, daß Farne, die auf Felsen, Mauern und sonstigen trockenen Standorten wachsen, eine durchweg mächtige Ausbildung von Außenscheiden zeigen. So besaßen die auf sehr trockenen und sonnigen Standorten anzutreffenden Farne wie Aspidium septentrionale, Grammitis Ceterach, Scheiden von ungeahnter Mächtigkeit. Danach wäre dann auch erklärlich, daß in den stark verdickten Scheiden der Farne von Typus III jegliche Tüpfel fehlen, wodurch der Austritt von Wasser in Perioden der Trockenheit und da, wo Epiblem und Rinde schon kollabiert sind, vielleicht wesentlich erschwert wird.

Man könnte daran denken, daß bei Typus I die Lücken in dem sklerotischen Gewebe vor den Tracheidenkomplexen den Eintritt von Wasser und Nährstoffen erleichtern sollten, während die Sklerenchymfaserbelege vor den Siebteilen den Verkehr der im Wasser gelösten Stoffe hindern könnten.

Dem ist jedoch entgegen zu halten, daß, wie sich S. 38 ergab, der Schluß der Endodermis und das Absterben des Epiblems längst eingetreten ist, bevor die Ausbildung der Verdickungszone erfolgt. Nach unserer Anschauung ist aber durch das Auftreten der Korklamelle in der Endodermis der Durchtritt von Nährstoffen und Salzen fast völlig unterbunden.

Wohl aber könnte man nach dem, was Schwendener fand, annehmen, daß das Wasser durch diese mechanische Scheiden relativ schwierig hindurchtreten könnte, und es wäre dann das Auftreten der dünneren und durchlässigeren Partien der mechanischen Scheiden gegenüber den Tracheiden (Taf. IV, Fig. 80, 81, 85, 87 D) verständlich. Diese Durchtrittsstellen (D) für Wasser kommen in verschiedener Form vor, entweder es wird vor den Tracheiden der mechanische Ring nur von je einer großen, stark getüpfelten Sklerenchymzelle unterbrochen wie bei Acrostichum axillare (Taf. IV, Fig. 85), oder es werden bei einer homogenen Verdickungszone, wie bei Aspidium septentrionale (Taf. IV, Fig. 87) die vor den Tracheiden liegenden Sklerenchymfasern weniger stark einseitig verdickt. Bei dem Typus I a wird der Durchtritt des Wassers gegenüber den Tracheiden dadurch erleichtert, daß die hier liegenden Sklerenchymzellen reichlich getüpfelt und weniger stark verdickt als die Fasernzellen sind (s. Aspidium Filix mas, Taf. IV, Fig. 79). Schon im primären Zustand werden die Sklerenchymzellen, noch im Bau vollkommen parenchymatisch, den Durchtritt von Wasser an diesen Stellen erleichtern gegenüber den primären Anlagen der Fasern, die Stellen stärkerer Membrananhäufung bilden.

Im allgemeinen werden somit die Resultate dieses Kapitels dahin zusammenzufassen sein:

Die Anordnung und Ausbildung der Sklerenchymelemente der Aussenscheiden erklärt sich wesentlich aus mechanischen Momenten, hat also mit der Leistung der Endodermis direkt nichts zu tun. Der physiologische Schluß d. h. Schluß der Endodermis, wodurch Schutz gegen Austritt von Nährstoffen gewährleistet wird, erfolgt stets vor dem mechanischen Schluß. Die mechanischen Scheiden lassen anscheinend Durchtrittsstellen für Wasser unter Umständen offen.

Im Alter der Wurzeln, wo das Epiblem kollabiert ist und dieser Zustand auch auf die dünnwandigen, parenchymatischen Zellen der äußeren Rinde übergreift, übernimmt die sklerenchymatische Verdickungszone den Abschluß der Wurzel nach außen und schützt so das Leitbündel in wirksamster Weise gegen mechanische Verletzungen, vielleicht auch gegen zu schnellen Wasserverlust. Die Verdickungszonen gehen in den Wurzelzweigen an Schichtenzahl zurück, fehlen aber selbst den zartesten Wurzelzweigen niemals (s. Taf. IV, Fig. 81 und 82).

Literaturverzeichnis.

Atkinson, G. F., Symbiosis in the roots of the Ophioglossaceae. (Referat: Just. Jahresber. 1893).

de Bary, A. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig, 1877.

Boodle, L. A., On some points in the anatomy of the Ophioglossaceae. Ann. of Bot. vol. XIII. 1899.

Boodle, L. A., Comparative anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizaeaceae and Gleicheniaceae. Ann. of. Bot. vol. XIV, XV, XVII. 1900, 1901, 1903.

Brebner, G., On the anatomy of Danaea and other Marattiaceae. Ann. of Bot. vol XV. 1901.

Bruchmann, H., Untersuchungen über Selaginella spinulosa. (Referat: Just. Jahrb. 1897).

Campbell, D. H., Mosses and Ferns. London, 1895.

Caspary, R., Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des Stammes und der Wurzel. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XV. 1865—1866.

Christ, H., Die Farnkräuter der Erde. Jena, 1897.

Czapek, F., Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- und Lebermoosen. Flora, 1899.

Dippel, L., Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig, 1898.

Dreyer, A., Beitrag zur Kenntnis der Funktion der Schutzscheide. Inaug.-Diss. St. Gallen, 1892.

Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Pteridophyta. I. Teil. IV. Abteilg. 1902.

Farmer and Freemann, On the structure and affinities of Helminthostachys zeylanica. Ann. of. Bot. vol. XIII. 1899.

Farmer and Hill, On the arrangement and structure of the Vascular Strands in Angiopteris evecta and some others Marattiaceae. Ann. of Bot. vol. XVI. 1902.

Faull, J. H., The anatomy of the Osmundaceae. Bot. Gazette, vol. 32. 1901.

Ford, Miss., Anatomy of Ceratopteris thalictroides. Ann. of Bot. vol. XVI. 1902.

Giesenhagen, C., Die Hymenophyllaceen. Habilitationsschrift. Marburg 1890. Flora, 1890.

Gilson, E., La subérine et les cellules du liège. (Referat: Bot. Centralblatt 1891).

Gilson, E., La cristallisation de la cellulose et la composition chimique de la membrane cellulaire végétale. (Referat: Just. Jahrb. 1894).

Goebel, K., Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. Jena, 1901.

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. III. Aufl. Leipzig, 1904.

Janse, J. M., Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, XIV. 1897.

Karsten, G., Morpholog. und biolog. Untersuchungen über einige Epiphytenformen der Molukken. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, XII. 1895.

Kienitz-Gerloff, F., Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Bot. Zeitg. 1891.

Koch, L., Über Bau und Wachstum der Wurzelspitze von Angiopteris evecta Hoffm. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVIII. 1895.

Kroemer, K., Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel. Bibliotheca botanica, Heft 59. 1903.

Kügler, K., Über das Suberin. Inaug.-Diss., Halle, 1884.
Kühn, R., Untersuchungen über die Anatomie der Marattiaceen und anderer Gefäßkryptogamen. Flora, 1889.
Lachmann, P., Recherches sur la morphologie et l'anatomie des Fougères. Comptes rendus de l'acad. des sciences. CI. 1885.
Lachmann, P., Contributions à l'historie naturelle de la racine des Fougères . Ann. de la Soc. bot. de Lyon, 1889.
Meyer, Arthur, Das Irrtümliche der Angaben über das Vorkommen dicker Plasmaverbindungen zwischen den Parenchymzellen einiger Filicinen und Angiospermen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XIV. 1896.
Meyer, A., Über die Methoden zur Nachweisung der Plasmaverbindungen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. Bd. XV. 1897.
Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. Jena, 1898.
Meyer, A., Naphtolblau als Reagens auf Bakterienfett. Bakteriol. Centralblatt. 1. Abt. Bd. XXXIV. 1903.
Mäule, C., Das Verhalten verholzter Membranen gegen Kaliumpermanganat, eine Holzreaktion neuer Art. Habilitationsschrift. Stuttgart, 1901.
Naegeli und Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln. Beiträge zur wissenschaft. Bot. von C. Naegeli. Leipzig, 1868.
Pfitzer, E., Über die Schutzscheiden der deutschen Equisetaceen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VI. 1867—1868.
Poirault, G., Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires. Ann. des sciences nat. 7. sér. Bd. XVIII. 1893.
Poirault, G., Sur une particularité des racines du Ceratopteris. Journal de Botanique. Bd. V. 1891.
Poirault, G., L'oxalate de calcium chez les Cryptogames vasculaires. Journal de Botanique. Bd. VII. 1893.
Potonié, H., Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie. Berlin, 1899.
Rosen, F., Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. III. Kerne und Kernkörperchen etc. Beiträge z. Biologie d. Pflanz. von Cohn. Breslau, 1895.
Rostowzew, S., Recherches sur l'Ophioglossum vulgatum. (Referat: Just. Jahrb. 1891).
Rostowzew, S., Beiträge zur Kenntnis der Farngruppe der Ophioglossen. (Referat: Just. Jahrb. 1894).
Russow, E., Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen. Mémoir. de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, Bd. XIX. 1872.
Schoute, J. C., Die Stelärtheorie. Jena, Groningen, 1903.
Schwarz, F., Die Wurzelhaare der Pflanzen. Unters. aus dem botanischen Institut zu Tübingen. 1881- 1885.
Schwendener, S., Die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen. Abhandl. der kgl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1882.
Seward, A. C., The structure and affinities of Matonia pectinata. Ann. of. Bot. vol. XIII. 1899.
Shove, Miss, On the structure of the stem of Angiopteris evecta. Ann. of Bot. vol. XIV. 1900.
Sokolowa, C., Über das Wachstum der Wurzelhaare und Rhizoiden. Bulletin de la soc. imp. des Naturalistes de Moscou, 1897.
Strasburger, E., Über den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena, 1891.
Strasburger, E., Das botanische Praktikum. IV. Aufl. Jena, 1902.
Strasburger, Noll, Schenck, Karsten, Lehrbuch der Botanik. VI. Aufl. Jena, 1903.
Terletzki, P., Anatomie der Vegetationsorgane von Struthiopteris germanica und Pteris aquilina. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XV. 1884.

van Tieghem, Ph., Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires. La racine. Annal. des scienc. natur. 5. sér. Bd. XIII. 1870.

van Tieghem et Douliot, Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. Annal. des scienc. natur. 7. sér. Bd. VIII. 1888.

van Tieghem, Ph., Sur la limite du cylindre central et de l'écorce dans les Cryptogames vasculaires. Journal de Botanique, Bd. II. 1888.

van Tieghem, Ph., Sur le dédoublement de l'endoderme dans les Cryptogames vasculaires. Journal de Botanique, Bd. II. 1888.

van Tieghem, Ph., Remarques sur la structure de la tige des Ophioglossées. Journal de Botanique, Bd. IV. 1890.

Vidal, L., Sur la présence des substances pectiques dans la membrane des cellules endodermiques de la racine des Equisetum. (Referat: Just. Jahrb. 1896).

Walter, G., Über die braunwandigen sklerotischen Gewebeelemente der Farne etc. Bibliotheca botanica, Heft 18. 1890.

Weiß, J. E., Anatomie und Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. (Schutzscheide der Polypodiaceen). Flora, 1880.

Went, F. A. F. C., Über Haft- und Nährwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg. Bd. XII. 1895.

Yapp, R. H., Two Malayan ‚Myrmecophilous' Ferns, Polypodium carnosum und Polypodium sinuosum. Ann. of Bot. vol. XVI. 1902.

Erklärung der Tafeln.

C = Centralzylinder. e = Endodermis. ep = Epiblem. h = Hypodermis. p = Rindenparenchym. r = Radialwand. R = Rinde. s = Siebteil. sb = Suberinlamelle. sk = Sklerenchymzelle. skf = Sklerenchymfaser. t = Tracheiden. w = Zellen der Wurzelhaube. z = Zellkern.

Da die Figuren nur in Graudruck ausgeführt wurden, so sind die durch die verschiedenen Färbungen hervorgerufenen Farben durch nachfolgende, an die betreffenden Stellen dazugesetzte Bezeichnungen ausgedrückt: bl = blau. br = braun. cr = carminrot. dbr = dunkelbraun. dvi = dunkelviolett. gb = gelb. gbl = grünlichblau. hbr = hellbraun. pr = purpur. ro = rot. vi = violett. Taf. I, Fig. 9 würde z. B. andeuten, die Epiblemzellen (ep) sind nach Eau de Javelle-Behandlung mit Chlorzinkjod violett (vi), die Rindenzellen dunkelviolett (dvi) gefärbt. Unter der Bezeichnung „Naturfarbe" verstehe ich, daß die angedeutete Färbung ohne irgendwelche Färbemethode hervorgebracht ist, somit die natürliche Farbe des betreffenden Objektes darstellt. Taf. I, Fig. 2 würde also aussagen: Epiblem (ep) und Hypodermis (h) sind in ihrem natürlichen Zustande dunkelbraun (dbr) gefärbt.

Tafel I.

Fig. 1. Aspidium Filix mas. Epiblem. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 2. Cystopteris fragilis. Epiblem und Hypodermis. Naturfarbe dunkelbraun. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 3. Asplenium alatum. Epiblem, Aufsicht. Tangentialer Längsschnitt 1 : 110.

Fig. 4. Dennstaedtia davallioides. Desgl. 1 : 130.

Fig. 5. Fadyenia prolifera. Epiblemzelle, Aufsicht. Tangentialer Längsschnitt 1 : 280.

Fig. 6. Onoclea sensibilis. Epiblem und Hypodermis. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 7. Onoclea sensibilis. Querschnitt durch den Vegetationspunkt einer Wurzel 1 : 210.

Fig. 8. Athyrium Filix femina. Epiblem. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 9. Athyrium Filix femina. Epiblem. Eau de Javelle (längere Zeit) — Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 10. Ophioglossum vulgatum. Eine Zellschicht der Wurzelhaube. Epiblem. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 11, 12. Ophioglossum vulgatum. Außenwand des Epiblems. Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 13. Ophioglossum vulgatum. Außenwand des Epiblems. Eau de Javelle (1 Std.) — Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 14. Ophioglossum vulgatum. Epiblem. Methylenblauglycerin. Radialer Längsschnitt 1 : 280.

Fig. 15. Ophioglossum vulgatum. Zellen der Wurzelhaube. Epiblem. Rutheniumrot. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 16. Botrychium Lunaria. Außenwand des Epiblems aus älterer Region der Wurzel. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 17. Botrychium Lunaria. Epiblemzelle aus älterer Region der Wurzel. Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 18. Botrychium Lunaria. Epiblemzelle aus älterer Region der Wurzel. Eau de Javelle (35′) — Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 19. Botrychium Lunaria. Außenwand des Epiblems aus jüngerer Region der Wurzel. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 20. Botrychium Lunaria. Außenwand des Epiblems aus mittlerer Region der Wurzel. Methylenblauglycerin. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 21. Marattia alata. Außenwand des Epiblems. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 22. Angiopteris evecta. Epiblem mit Wurzelhaaren. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 23. Angiopteris evecta. Epiblem. Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 24. Onoclea sensibilis. Hypodermis. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 25. Onoclea sensibilis. Hypodermis, jüngeres Stadium. Methylenblauglycerin (kurze Zeit). Querschnitt 1 : 280.

Fig. 26. Onoclea sensibilis. Hypodermzelle mit Zellkern und Vakuolen. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 27. Cystopteris fragilis. Hypodermis bildet den Abschluß nach außen. Epiblem kollabiert. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 280.

Tafel II.

Fig. 28. Onoclea sensibilis. Radiale Längswand der Hypodermzelle mit spaltenförmigen Rissen. 1 : 280.

Fig. 29. Onoclea sensibilis. Flächenansicht der Hypodermis. Plasmolyse eingetreten. 1 : 110.

Fig. 30. Cystopteris fragilis. Hypodermzelle. Naturfarbe. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 31. Onoclea sensibilis. Endodermzellen im Embryonalzustand. Die vor den Tracheiden liegenden Zellen sind größer. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 32. Struthiopteris germanica. Desgl. Beginn der Bildung des Casparyschen Streifens. Querschnitt 1 : 500.

Fig. 33. Ophioglossum vulgatum. Embryonalzustand der Endodermzelle. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 34. Ophioglossum vulgatum. Querschnitt durch Leitbündel 1 : 210.

Fig. 35. Ophioglossum vulgatum. Anormale Lage des Streifens. Querschnitt 1 : 1050.

Fig. 36. Struthiopteris germanica. Anormale Lage des Streifens. Querschnitt 1 : 500.

Fig. 37. Struthiopteris germanica. Nachträgliche Teilung einer Endodermzelle in tangentialer Richtung. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 38. Struthiopteris germanica. Anfangszustand des Casp. Streifens. 2 mm Spitzenabstand. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 39. Ophioglossum vulgatum. Gabelung der Radialwand und des Streifens. Querschnitt 1 : 1600.

Fig 40. Ophioglossum vulgatum. Casp. Streifen in definitivem Zustand. Phloroglucin-Salzsäure. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 41. Ophioglossum vulgatum. Zerreißen des Casp. Streifens nach zweitägiger Behandlung mit Eau de Javelle. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 42. Ophioglossum vulgatum. Stück einer Querwand einer Parenchymzelle. Leistenwerk. Chlorzinkjod. 1 : 1600.

Fig. 43. Ophioglossum vulgatum. Endodermzelle; Querwand. Streifen mit Tüpfeln. Fuchsin-Jodgrün. 1 : 1600.

Fig. 44. Ophioglossum vulgatum. Endodermzelle. Querwand. Chlorzinkjod: Streifen dunkelgelb; Querwand schwach hellblau; quergeschnittene Wand violett. 1 : 2350.

Fig. 45. Ophioglossum vulgatum. Endodermzelle. Querwand. 6 Std. Eau de Javelle-Chlorzinkjod: Streifen, da, wo Tüpfel sind, reingelb, sonst mit violettem Ton überzogen; übrige Querwand violett. 1 : 2350.

Fig. 46. Ophioglossum vulgatum. Endodermzelle. Querwand. 2 Tage Eau de Javelle-Chlorzinkjod: Ganze Querwand gleichmäßig violett gefärbt. 1 : 1600.

Fig. 47. Osmunda regalis. Endodermzelle. Sich mit Sudan rot färbende Massen in der Zelle und dem Streifen anliegend. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 48. Marattia alata. Endodermis. q = Querwand mit breitem Casparyschen Streifen. Querschnitt 1 : 280.

Fig. 49. Pteris tremula. Radialwand einer Endodermzelle mit Casparyschem Streifen. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 50. Onoclea sensibilis. Primärendodermzelle mit Zellkern. Casp. Streifen noch in Punktform. Querschnitt 1 : 1600.

Tafel III.

Fig. 51. Ophioglossum vulgatum. Radialwände der Endodermis von der Fläche. Caspary-scher Streifen 1 : 280.

Fig. 52. Struthiopteris germanica. Endodermis im Primärzustand. Anormale Lage des Casp. Streifens. Querschnitt 1 : 500.

Fig. 53. Struthiopteris germanica. Endodermzelle. Suberinlamelle (rot) auf der inneren Tangentialwand. Sudanglycerin. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 54. Struthiopteris germanica. Radialwand einer Endodermzelle. Die Suberinlamelle reicht bis zur Hälfte des Streifens. Sudanglycerin. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 55. Struthiopteris germanica. Endodermzelle. Eau de Javelle (5′) - Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 56. Struthiopteris germanica. Endodermzelle. Suberinlamelle (sb) auf der inneren Tangentialwand. Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 57. Struthiopteris germanica. Endodermzelle in 24 cm Spitzenabstand. Sudanglycerin. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 58. Struthiopteris germanica. Endodermzelle. Suberinlamelle (sb) hat sich abgehoben. Eau de Javelle (8′) - Chlorzinkjod. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 59. Struthiopteris germanica. Endodermzelle mit rings angelegter Suberinlamelle (sb). Dimethylparaphenylendiamin + α - Naphtol nach 5′ Eau de Javelle. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 60. Struthiopteris germanica. Endodermzelle mit rings angelegter Suberinlamelle aus Wurzelzweig. sb auf Tangentialinnenwand rot, auf Außenwand rosa mit Sudanglycerin. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 61. Struthiopteris germanica. Desgl. aus Wurzelzweig im Abstand 1,7 mm. 1 : 1600.

Fig. 62. Asplenium esculentum. Endodermzellen. Suberinlamelle (sb) einseitig. Sudanglycerin. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 63. Pteris serrulata. Endodermzelle. Suberinlamelle rings in der Zelle. Sudanglycerin. Rindenzellen zeigen die Naturfarbe. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 64. Pteris serrulata. Endodermzelle. Eau de Javelle (5′) - Chlorzinkjod. Suberinlamelle gelb. Cellulose violett. Querschnitt 1 : 1600.

Fig. 65, 66, 67. Adiantum tenerum. Sklerenchymzellen, durch Maceration isoliert. 1 : 130.

Fig. 68. Adiantum tenerum. Sklerenchymzellen mit zahlreichen kleinen Tüpfeln. 1 : 190.

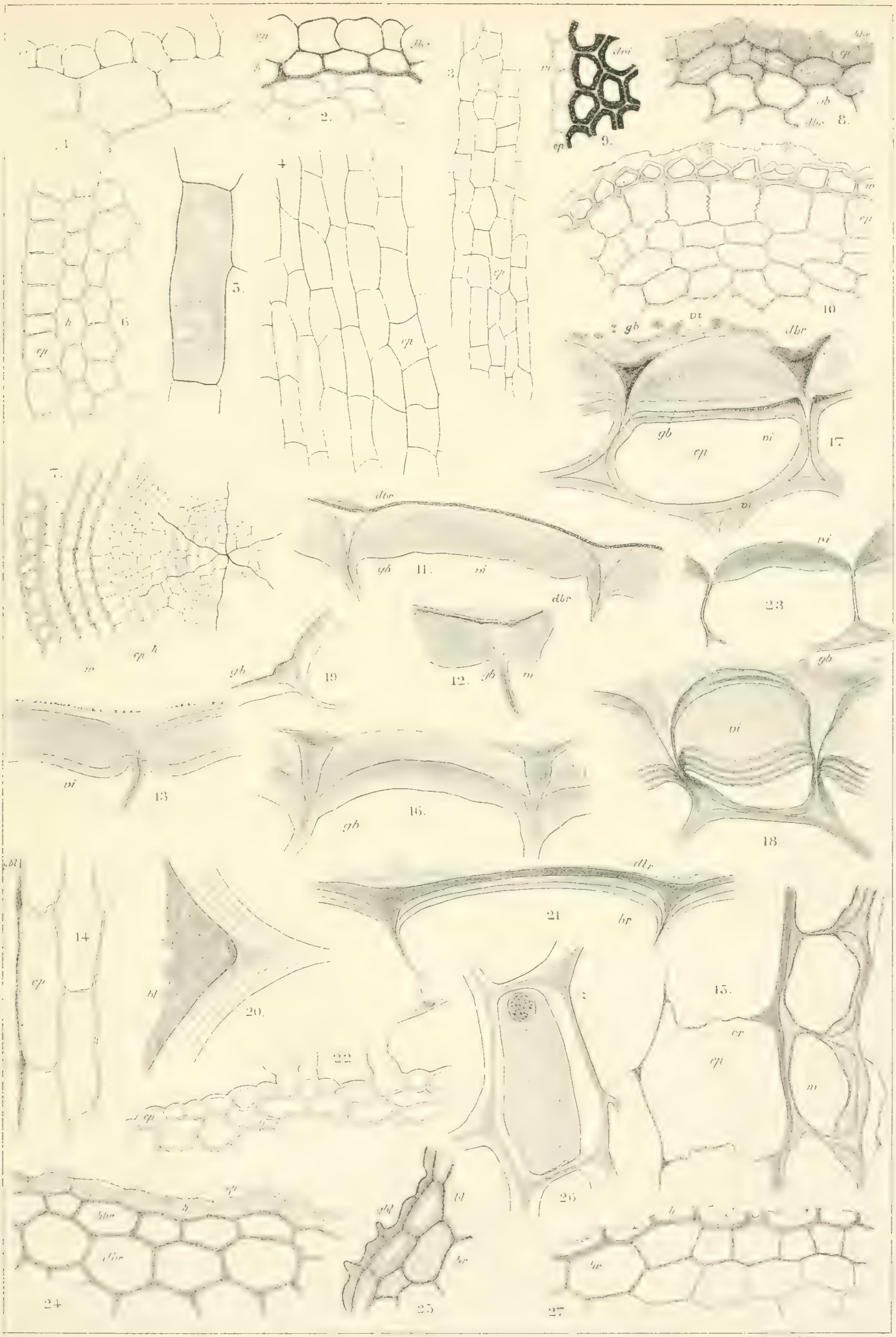
Fig. 69. Aspidium Filix mas. Sklerenchymzellen (sk) mit runden Tüpfeln, vor den Tracheiden liegend, und Sklerenchymfaser (skf) mit spaltenförmigen Tüpfeln. Tangentialer Längsschnitt 1 : 130.

Fig. 70. Aspidium Filix mas. Sklerenchymzellen. Tangentialer Längsschnitt 1 : 130.

Fig. 71. Aspidium Filix mas. Stück einer Längswand einer Sklerenchymzelle (sk × aus Fig. 69) mit großen runden Tüpfeln. 1: 1050.
Fig. 72, 73, 74, 75. Aspidium Filix mas. Durch Maceration isolierte Sklerenchymfaser. 1: 110.
Fig. 76. Aspidium Filix mas. Stück der Sklerenchymfaser (Fig. 75) mit schräg gestellten, länglichen Tüpfeln. 1: 280.
Fig. 77. Aspidium Filix mas. Stück einer Sklerenchymfaser. Der Inhalt hat sich bei der Maceration schaumartig zusammengezogen und liegt auch propfenartig in den Tüpfelkanälen. 1: 1050.
Fig. 78. Pteris tremula. 2 Endodermzellen liegen übereinander. Suberinlamelle mit Sudanglycerin rot gefärbt. Querschnitt 1: 280.

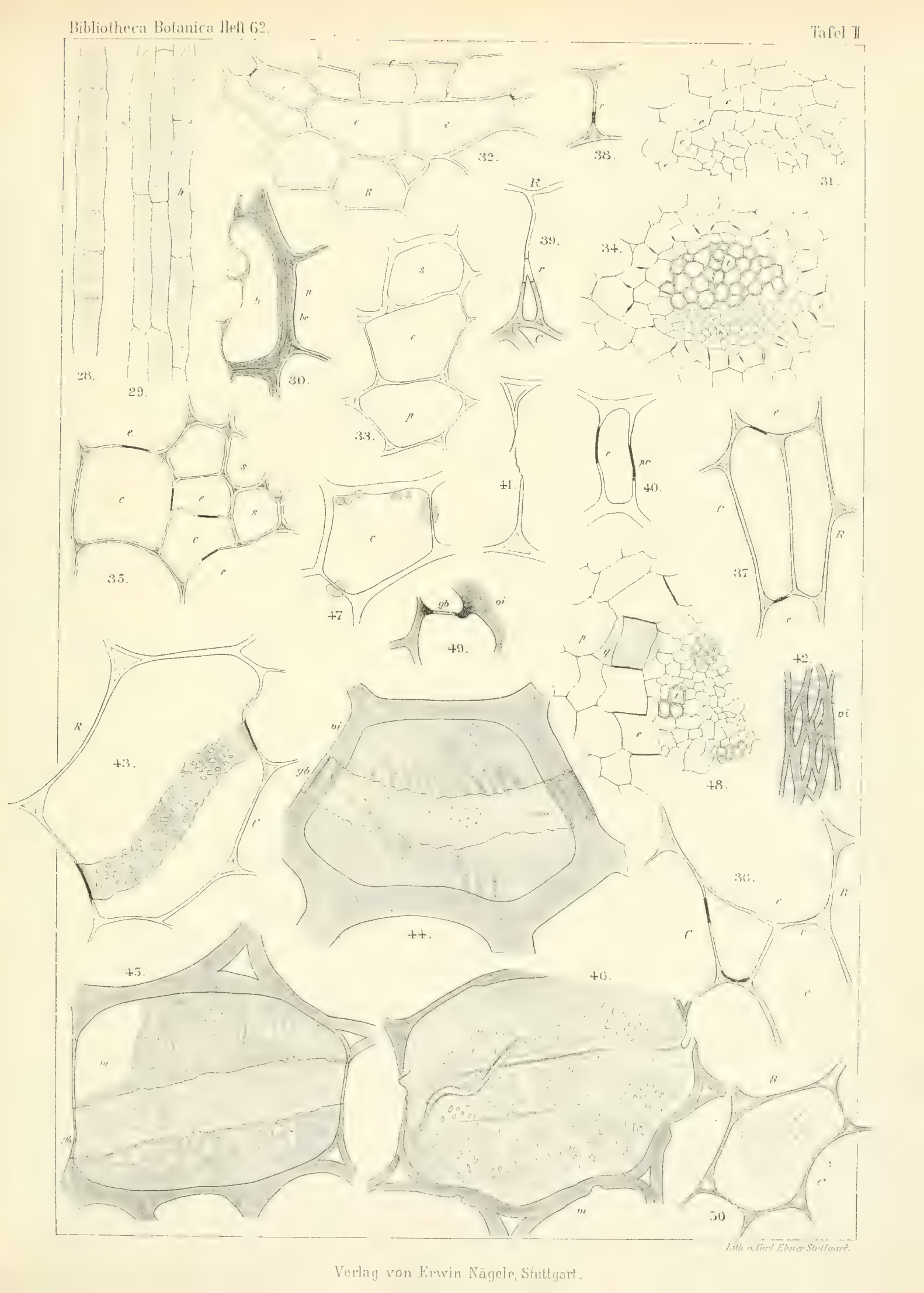
Tafel IV.

Fig. 79. Aspidium Filix mas. Querschnitt durch eine Wurzel. Gegenüber den Tracheidenkomplexen liegen dunkler gefärbte, reich getüpfelte Sklerenchymzellen. Naturfarbe. 1: 110.
Fig. 80. Aspidium Filix mas. Stück eines Querschnitts durch eine Wurzel. Bei D liegen 3 sklerenchymatische Zellen, die nach Entfärbung mit Eau de Javelle die Cellulosefärbung mit Chlorzinkjod schneller annehmen. 1: 280.
Fig. 81. Aspidium Filix mas. Querschnitt durch Seitenzweig 2. Ordnung. Die Endodermis ist bis auf die 2 Zellen vor den Tracheiden verkorkt. D = Durchtrittstelle. 1: 190.
Fig. 82. Aspidium Filix mas. Querschnitt durch Seitenzweig 3. Ordnung in Abstand 0,4 mm. 1: 190.
Fig. 83. Onoclea sensibilis. Querschnitt im Spitzenabstand 2 mm. Endodermis im Primärzustand. Erste Anlage der Gefäße. 1: 210.
Fig. 84. Pteris tremula. Querschnitt durch eine Wurzel im Spitzenabstand 5 cm. 1: 190.
Fig. 85. Acrostichum axillare. Querschnitt durch Wurzel. V = sklerenchymatische Verdickungszone. D = Durchtrittstellen. Naturfarbe. 1: 190.
Fig. 86. Acrostichum axillare. Querschnitt durch jüngere Region der Wurzel. Verdickungszone noch nicht ausgebildet; Schluß der Endodermis schon eingetreten. Suberinlamellen mit Sudanglycerin rot gefärbt. 1: 190.
Fig. 87. Aspidium septentrionale. Querschnitt durch Wurzel. V = sklerenchm. Verdickungszone. D = Durchtrittstellen. Naturfarbe. 1: 190.
Fig. 88, 89. Aspidium septentrionale. Sklerenchymfaser im Längsschnitt. l = Lumen. 1: 190.
Fig. 90, 91, 92. Aspidium septentrionale. Sklerenchymfaser, durch Maceration isoliert. l = Lumen. 1: 190.
Fig. 93. Scolopendrium vulgare. Macerierte Sklerenchymfaser. 835 μ lang. l = lumen. 1: 130.
Fig. 94. Längsschnitt durch den Vegetationspunkt einer Farnwurzel. Schematisches Bild. ep = Initiale des Epiblems. e = Initiale der Endodermis. c = Initiale des Leitbündels. s = Scheitelzelle. w = Wurzelhaube. 1. 2. 3. = erstes, zweites, drittes Stadium der Teilung eines Segmentes.
Fig. 95. Schema für Schluß der Endodermis bei einem Wurzelzweig 1. Ordg. von Struthiopteris germanica. Erklärung s. S. 33 des Textes.

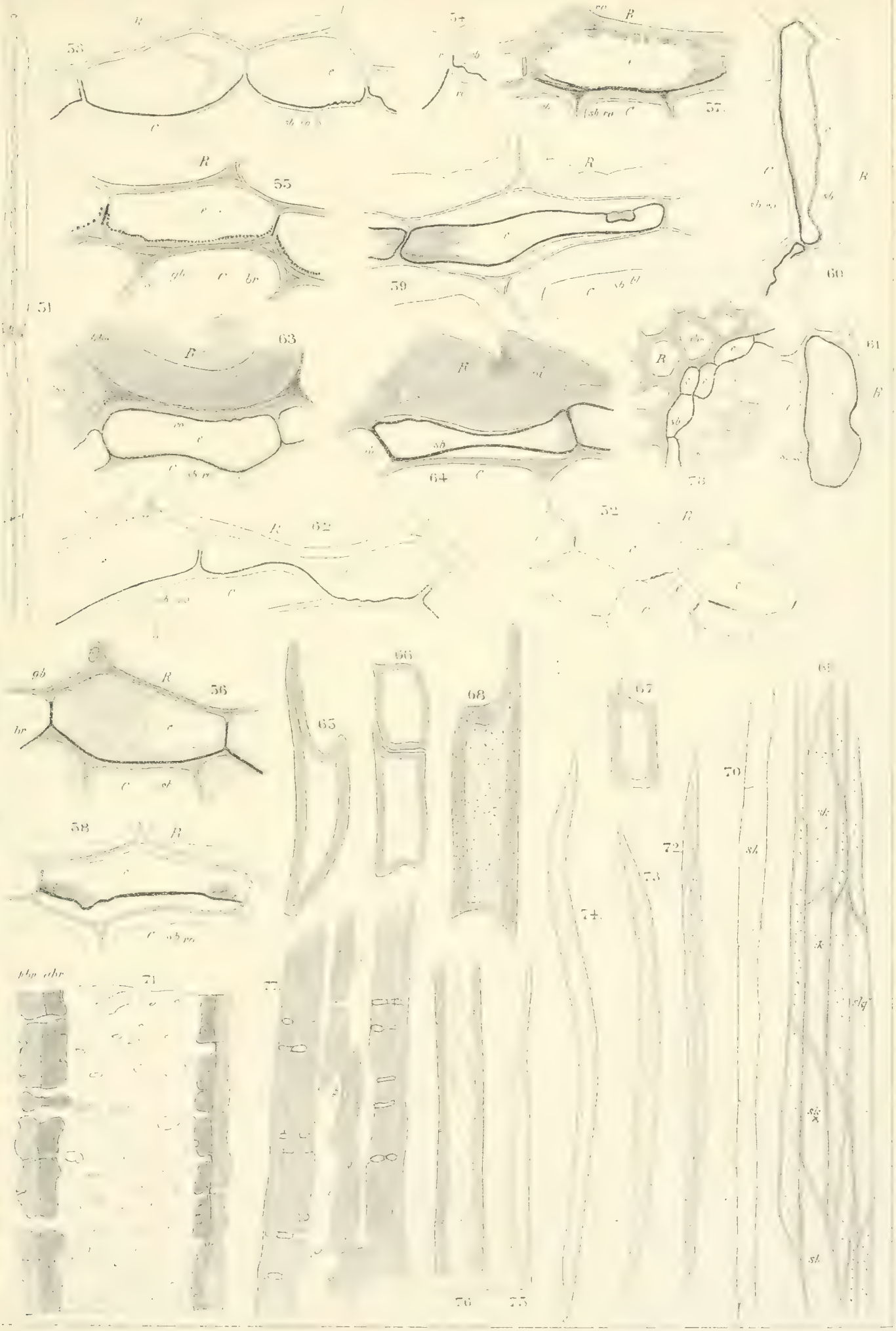


Lith. u. Druck Ebner Stuttgart.

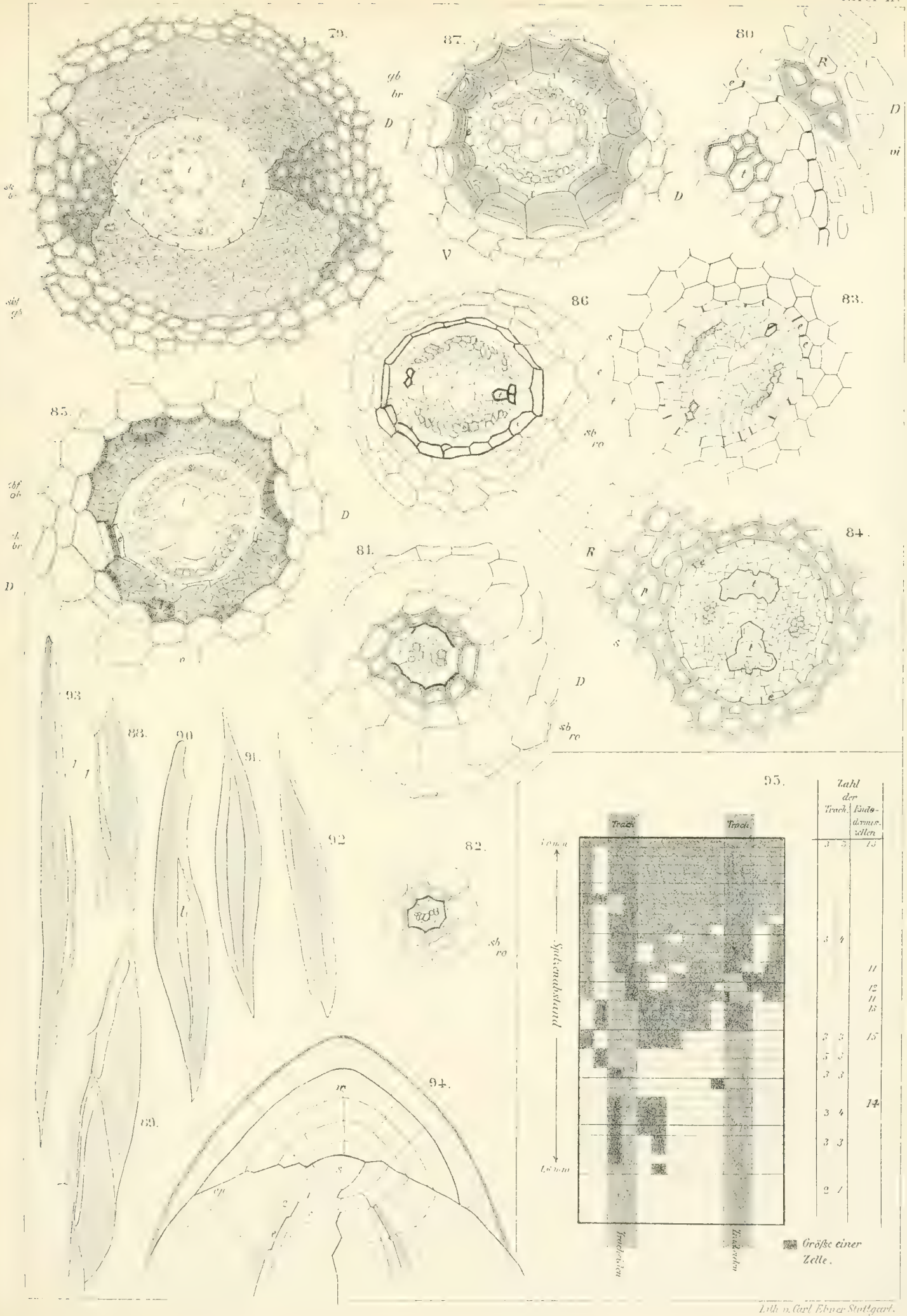
Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.



Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.



Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.



Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 63.

Dr. Karl Lohauss:

Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucaceen und dessen Bedeutung für die Systematik.

Mit 16 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1905.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
Königsberg i. Pr.

Heft 63.

Karl Lohauss,

Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucaceen und dessen Bedeutung für die Systematik.

Mit 16 Tafeln.

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.
1905.

Der anatomische Bau

der

Laubblätter der Festucaceen

und

dessen Bedeutung für die Systematik.

Von

Dr. Karl Lohauss.

Mit 16 Tafeln.

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.
1905.

Inhaltsübersicht.

Seite

1. Einleitung 1
2. Güntz' Einteilung der Gramineen 2
3. Spezielle Untersuchungen 4
A. Pappophoreae 4
Pappophorum 4
1. P. alopecuroideum Vahl 4
2. P. macrostachyum Schrad. 9
3. P. mucronulatum Nees 9
4. P. commune F. v. Müller 11
Tabellarische Übersicht der Pappophorum-Arten . 12
B. Seslerieae 13
Scleria. 13
1. S. coerulea Ard. var. uliginosa Opitz . . . 13
2. S. coerulea Ard. var. calcarea Opitz . . . 14
3. S. budensis Asch. u. Graeb. 15
4. S. Heufleriana Schur. 16
5. S. filifolia Hoppe 18
6. S. disticha Pers. = Oreochloa disticha Link 19
7. S. ovata Kerner = Sesleria tenella Host = Psilathera tenella Link 20
Tabellarische Übersicht der Seslerieae 21
C. Arundineae 22
I. Gynerium 23
Gynerium saccharoides Humb. et Bonpl. . . . 23
II. Arundo 24
Arundo Donax L. 24
III. Phragmites 26
1. Phragmites communis L. var. Arundo occidentalis Sieb. 26
2. Phragmites communis L. (typica) 27
IV. Ampelodesmos 27
Ampelodesmos tenax Link 27
Tabellarische Übersicht der Arundineae 28
D. Triodieae 29
Triodia 29
1. T. cuprea Jacqu. 30
2. T. avenacea H. B. K. 31
3. T. decumbens Beauv. 33

Seite

4. T. mutica Scrib. 34
Tabellarische Übersicht der Triodia-Arten . . . 35
E. Eragrosteae 36
I. Eragrostis 36
1. E. reptans Nees 37
2. E. Frankii Meyer 38
3. E. ciliaris Link 39
4. E. megastachya Link = E. major Host . . 40
5. E. mexicana Lk. 41
6. E. oxylepis Torr. 41
7. E. elegans Nees. 42
8. E. minor Host. 42
9. E. abessinica Link 43
10. E. pilosa Beauv. 45
II. Koeleria 45
1. K. cristata Pers. 46
2. K. valesiana Gaud. 46
3. K. albescens D. C. 47
4. K. caudata Steudel 47
5. K. phleoides Pers. 48
III. Catabrosa 49
Catabrosa aquatica Beauv. 49
IV. Phippsia 49
Phippsia concinna Lindeb. = Catabrosa concinna Th. Fr. 49
Tabellarische Übersicht der Eragrosteae 50
F. Meliceae 52
Melica 52
1. M. Bauhini All. 53
2. M. ciliata L. (typica) 53
3. M. ciliata L. var. nebrodensis Parlat . . . 54
4. M. Harfordii Boland 54
5. M. macra Nees 54
6. M. papilionacea L. var. hyalina Döll . . . 55
7. M. altissima L. 56
8. M. uniflora Retz. 57
9. M. nutans L. 58
Tabellarische Übersicht der Melica-Arten. . . . 58

Seite

G. Eufestuceae 60
I. Briza 60
1. B. media L. 60
2. B. maxima L. 61
3. B. minor L. 61
4. B. triloba Nees. var. pumilla Hackel . . . 61
II. Poa 61
1. P. laxa Haenke 62
2. P. Flaccidula Boiss. et Held. 63
3. P. Masenderana Freyn 63
4. P. pratensis L. 64
5. P. badensis Haenke 65
6. P. alpina L. (typica) 66
7. P. caespitosa Schrad. 67
8. P. Hookeriana F. v. Müller 68
9. P. gracillima Vasey 68
10. P. longifolia Trinius 69
11. P. Chaixi Villars var. remota Koch . . . 69
12. P. Sellowii Nees. 70
13. P. Howelli Vasey et Scribner 71
14. P. pannonica Kerner 71
15. P. brevifolia Mühlenb. 72
16. P. compressa L. 72
III. Colpodium 73
1. Colpodium fulvum Gris. 73
2. Colpodium pendulinum Gris. 74
IV. Dupontia 74
Dupontia Fischeri R. Brown 74
V. Scolochloa 75
Scolochloa festucacea Link 75
VI. Glyceria 76
1. G. arundinacea Kunth 76
2. G. spectabilis M. u. K. 77
3. G. fluitans R. Brown 78
4. G. plicata Fries 78
5. G. remota Fries 79
6. G. nemoralis Uechtr. u. Kör. 79
VII. Atropis 80
1. A. maritima Griseb. 80

Seite

2. A. convoluta Griseb. 81
3. A. Borreri Richt. 82
4. A. distans Griseb. 83
VIII. Catapodium 84
Catapodium loliaceum Link 84
IX. Scleropoa 85
Scleropoa rigida 85
Tabellarische Übersicht der Eufestuceae 86
H. Brachypodiaceae 93
I. Bromus 93
1. B. purgans L. 93
2. B. inermis L. 94
3. B. ciliatus Torrey 94
4. B. laxus Hornem. 95
5. B. tectorum L. 95
6. B. maximus Desv. 96
7. B. secalinus L. 97
8. B. velutinus L. 97
9. B. pendulinus L. 98
10. B. mollis L. 98
11. B. arvensis L. 99
12. B. lanceolatus Roth = B. macrostachys Desf. 100
II. Boissiera 100
Boissiera bromoides Hochst. 100
III. Brachypodium 101
1. B. pinnatum P. B. 101
2. B. sylvaticum Roem. et Schult 102
3. B. mucronatum Wilk 103
4. B. phoenicoides Roem. et Schult 103
5. B. ramosum 104
IV. Trachynia 104
Trachynia distachya Link 104
Tabellarische Übersicht der Brachypodiaceae . . 105
4. Alphabetisches Verzeichnis der untersuchten Gattungen und Arten 109
5. Literaturverzeichnis 111
6. Erklärung der Tafeln 112

Einleitung.

Seit den grundlegenden Untersuchungen über die anatomische Struktur der Gramineenblätter von Duval-Jouve (III) aus dem Jahre 1875 ist eine Reihe von Arbeiten erschienen, die sich teils mit der Anatomie einzelner Gewebearten, teils mit der Gesamtanatomie der Laubblätter der Gramineen beschäftigen. Es seien hier nur die Abhandlungen von Tschirch (VII), Güntz (X), Schwendener (XI und XII) und Grob (XIII) genannt.[1] Diese Forscher berücksichtigen jedoch den anatomischen Bau meist nur soweit, als er zu Schlüssen über den Zusammenhang zwischen Bau und Funktion der einzelnen Zellkomplexe und Gewebe und über das Verhältnis der Pflanze zu Klima und Standort berechtigt. Da bei dem großen Artenreichtum der Gramineen in diesen Arbeiten naturgemäß nur einige wenige Vertreter der verschiedenen Sippen behandelt werden konnten, ist den verwandschaftlichen Beziehungen der Arten gar nicht oder nur wenig Rechnung getragen worden.

Bei der noch immer herrschenden Willkür in der Begrenzung der Gattungen und teilweise auch der Arten sind ausführlichere Untersuchungen einzelner Unterfamilien oder Sippen der Gräser um so mehr erwünscht, als man a priori annehmen darf, daß zu einer Gattung gehörige Arten auch in anatomischer Hinsicht vielfache Übereinstimmungen und gegenüber anderen Gattungen Differenzen aufweisen werden, welche eine bessere Abgrenzung der Gattungen ermöglichen. Dasselbe gilt, wenn auch in beschränktem Sinne für die Abgrenzung der einzelnen Arten einer Gattung.

Inwiefern diese Annahme durch die Untersuchung der Anatomie der Laubblätter sich als richtig erweist, soll in der vorliegenden Arbeit für die Unterfamilie der Festucaceen (mit Ausschluß der Gattung Festuca)[2] gezeigt werden.

Das Material zu meinen Untersuchungen wurde mir aus dem Universitätsherbarium zu Königsberg i. Pr., das in letzter Zeit durch die von Kneucker herausgegebene, im Erscheinen begriffene Sammlung „Gramineae exsiccatae“ verstärkt worden ist, in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt, wofür ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen mir erlaube.

Schließlich möchte ich noch erwähnen, daß meine Arbeit in näherer Beziehung zu den Abhandlungen von Güntz (X) und Grob (XIII) steht.

Bei der systematischen Einteilung wurden benutzt:

1. Kunth, Enumeratio plantarum, Bd. I.
2. Bentham und Hooker, Genera plantarum vol. III pars 2.
3. Index Kewensis, Oxford 1893.
4. Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II. Teil 2. Abteilung 1887.

---

[1] Ein ausführliches Literaturverzeichnis über diesen Gegenstand findet sich bei Grob, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter (Bibliotheca botanica Heft 36 1896).

[2] Über diese Gattung vergleiche Ed. Hackel, Monographia Festucarum, Kassel 1883.

Bevor ich an die Beschreibung der von mir untersuchten Gattungen gehe, muß ich die Einteilung der Gräser von Güntz[1], die ich meiner Gruppierung der Festucaceen zugrunde gelegt habe, ausführlicher besprechen.

Derselbe stellt vier Hauptgruppen auf:

I. Savannengräser.
II. Wiesengräser.
III. Bambusen.
IV. Steppengräser.

Jede derselben wird in einige Unterabteilungen geschieden.

I. Gruppe. Savannengräser.

Typus und Bau der Blätter. Größe und Stellung der Blätter sehr verschieden, dabei üppige Ausbildung; Form ziemlich glatt; deutliche Mittelrippe mit Wasserspeichergewebe und zahlreichen Gefäßbündeln unter derselben, bisweilen auch darüber. Die Chlorophyll haltenden Parenchymscheiden um die Mestombündel sind meist deutlich ausgeprägt. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind meist stark gewellt, Gräser zum Teil annuell.

1. Klasse. Die Mittelrippe hat durchweg reichliches Wassergewebe, welches auf der Oberseite durch ein Bastband geschützt wird, auf der Unterseite liegen Parenchym und zahlreiche Mestombündel. Die Chlorophyll haltenden Scheiden in der ganzen Lamina deutlich ausgeprägt.

2. Klasse. Die Mittelrippe zeigt über und unter dem Wasserspeichergewebe chlorophyllführendes Parenchym und Gefäßbündel. Die Chlorophyllscheiden um die Mestombündel wenig ausgeprägt.

3. Klasse. Die Mittelrippe zeigt das farblose Parenchym auf der Unterseite. Dasselbe läuft in starker Ausbildung an der unteren Fläche fort und umgibt die Gefäßbündel. Chlorophyllhaltende Scheiden fehlen.

4. Klasse. Das Wasserspeichergewebe der Mittelrippe entweder sehr reduziert oder gar nicht mehr vorhanden, dagegen sind die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden deutlich ausgeprägt. Bei einigen finden sich oberseits besonders große Gelenkzellen.

a) Die Bastelemente noch gering entwickelt.
b) Die Bastelemente treten schärfer hervor. Daher könnte diese Abteilung auch zu den Steppengräsern gezählt werden. Die Anordnung des Parenchyms war der Grund für die Einschaltung an dieser Stelle.

II. Gruppe. Wiesengräser.

Typus und Bau der Blätter. Im allgemeinen ist die Entwicklung der Blattorgane infolge des Klimas weniger üppig, als in der Gruppe I, sie sind kleiner, aber ihre Anzahl an einer Pflanze steigt, wodurch die eigentlichen Rasennarben entstehen. Die Mittelrippe, welche teils mit geringem, teils ohne Wassergewebe (abgesehen von den farblosen Parenchymscheiden der Gefäßbündel) auftritt, ist weniger stark entwickelt und weist nur ein Gefäßbündel, in der Regel in der Mitte derselben liegend, auf. Die übrige Lamina besteht überwiegend aus Chorophyllparenchym, welches bisweilen von großen Hohlräumen unterbrochen wird. In dasselbe sind, in bestimmten Entfernungen, Gefäßbündel, die oft mit Bastelementen verbunden sind, eingelagert. Die Gesamtform erscheint bald annähernd glatt, bald rinnig vertieft; in jedem Prisma verlaufen ein, seltener mehrere, Gefäßbündelstränge. Gräser teils perennierend, teils annuell.

1. Klasse. a) Mittelrippe mit verschiedenen Reihen farbloser Parenchymzellen, annähernd glatte Gestalt der Blattfläche.

b) Die Mittelrippe, welche kein Wassergewebe mehr aufweist, tritt mehr zurück, ziemlich glatte Form noch vorherrschend; zwischen jedem Bast- und Gefäßbündelstrang finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, welche oft von beträchtlicher Größe erscheinen.

[1] X pag. 56.

2. Klasse. Die Mittelrippe, welche nur ein Gefäßbündel besitzt, tritt scharf hervor, rechts und links oder mitten über derselben, finden wir große Gelenkzellen, der übrigen glatten Lamina fehlen meist die Gelenkzellen, daher einfaches Zusammenfalten dieser Blätter.

a) Mit größeren Hohlräumen.

b) Ohne wesentliche Hohlräume.

3. Klasse. Die Mittelrippe tritt zurück, dafür rinnige Vertiefung der Oberseite. Überwiegen des Chlorophyllparenchyms über die mechanischen Elemente, die Epidermiszellen meist mit großem Lumen und dünnen Wänden.

a) Jedes Prisma zeigt ein Gefäßbündel.

b) Jedes Prisma zeigt mehrere Gefäßbündel.

III. Gruppe. Bambusen.

Diese Gruppe kommt für die vorliegenden Untersuchungen nicht in Betracht. Es braucht deshalb auch nicht näher auf dieselbe eingegangen zu werden.

IV. Gruppe. Steppengräser.

Typus und Bau der Blätter. Die allgemeine Gestalt der Blätter schließt sich an die letzte Klasse der II. Gruppe an, indem hier größtenteils die rinnig vertiefte Form auftritt. Daneben Verschwinden der ausgeprägten Mittelrippe und Lagerung des Chlorophyllparenchyms an die Seiten der Prismen bei den rinnig vertieften Organen. Durch ihre reichlichen mechanischen Elemente reihen sie sich an die Bambusen an. An der Unterseite des Blattes läuft häufig ein mehrreihiges Bastband, desgleichen finden sich viele Lagen von Bastzellen an der Oberseite der Prismen, in welchen nicht selten mehrere Gefäßbündelstränge und reichlich farbloses Parenchym auftreten. Die stark verdickten Epidermiszellen sind an den Längsseiten scharf gewellt; daneben reichliche Trichombildung, besonders auf der Oberseite.

1. Klasse. Glatte Form; die Unterseite hat starke Bastbänder, oben reiche Trichombildung.

2. Klasse. Nur rinnig vertiefte Blätter mit viel Bastelementen an der Ober- und Unterseite.

Um diese Einteilung zur Gruppierung einzelner Gattungen und Arten benutzen zu können, ist es vielfach nötig gewesen, noch weitere Unterabteilungen zu bilden. Wieweit dies geschehen, ist aus den später folgenden Tabellen ersichtlich.[1]

Schließlich möchte ich noch erwähnen, daß man bei einem Versuch, anatomische Merkmale zur Begrenzung natürlicher Gruppen zu verwerten, die taxinomischen Merkmale, d. h. die von den Lebensbedingungen unabhängigen, von den epharmonischen oder Anpassungsmerkmalen gewissenhaft unterscheiden muß. Diese Sonderung ist allerdings schwer auszuführen, doch wird man Merkmale, die bei Bewohnern sehr verschiedener Standorte konstant auftreten, wohl mit Recht als taxinomische bezeichnen dürfen.

Bei einer systematischen Einteilung auf Grund anatomischer Untersuchungen werden natürlich in erster Reihe die taxinomischen Merkmale berücksichtigt werden müssen, doch darf man die epharmonischen Merkmale besonders dann nicht außer acht lassen, wenn es sich um die Frage handelt, ob eine Pflanze als selbständige Art oder als Varietät aufzufassen ist.[2]

Für die vorliegende Arbeit kommen die von Klima und Standort unabhängigen Merkmale in erster Reihe in Frage und sind daher vorzüglich berücksichtigt worden.

---

[1] Auf den Bau der Epidermis wurde in den folgenden Tabellen nur wenig Rücksicht genommen, da derselbe systematisch meist nur von geringer Bedeutung ist.

[2] cf. Schwendener (XII) pag. 415 u. 424.

Spezielle Untersuchungen.

A. Pappophoreae.

Pappophorum.

Güntz, der zwei Arten dieser Gattung (P. scabrum N. ab. E. und P. Schimperianum Hochst.[1]) untersucht hat, ordnet dieselben den Savannengräsern bei. Die von mir untersuchten Arten gehören jedoch zweifellos zu den Steppengräsern und zwar zur 2. Klasse derselben. Die Bastelemente sind allerdings noch nicht so stark entwickelt, wie es bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Gräser der Fall ist; die rinnig vertiefte Blattform jedoch und das dadurch bedingte Verschwinden einer ausgeprägten Mittelrippe, sowie das Vorherrschen farbloser Parenchymzellen und die reiche Trichomentwicklung kennzeichnen die betreffenden Arten zur Genüge als Steppengräser.

1. Pappophorum alopecuroideum Vahl.

Fundort: Insel Martinique (legit. Sieber).

Gesamtform: Die rinnig vertieften Blätter zeigen am Grunde jeder Rinne eine Gruppe von Gelenkzellen. Das zwischen je zwei Gelenkzellengruppen befindliche Prisma wird von einem Gefäßbündelstrang durchzogen. Die Mittelrippe tritt fast gar nicht über das Niveau der übrigen Lamina hervor und ist auch im anatomischen Bau von der Blattspreite nicht verschieden.

Mestombündel: Nach dem Grad der Ausbildung unterscheide ich mit Duval-Jouve[2] primäre, sekundäre und tertiäre Mestombündel.

Die primären Bündel sind charakterisiert durch zwei große, der später zu besprechenden Mestomscheide seitlich unmittelbar anliegende Gefäßbündel, die sich im unteren Teile des Hadroms befinden und durch ein oder mehrere Ringgefäße im oberen Teile des Hadroms. Doch findet sich besonders bei älteren Blättern oft an Stelle der letzteren ein großer Intercellulargang.

Den sekundären Bündeln fehlt das Ringgefäß bzw. der Intercellulargang.

Den tertiären Bündeln endlich fehlen auch die beiden großen seitlichen Gefäße.

Die Anordnung dieser drei Bündelarten ist bei P. alopecuroideum derart, daß die Mittelrippe stets ein primäres Bündel aufweist, während in der Lamina primäre Bündel mit sekundären und tertiären in bestimmter Weise abwechseln. Das Verhältnis der primären zu den beiden anderen Bündelarten ist, wie sich durch Zählung auf Querschnitten feststellen ließ, für P. alopecuroideum 1 : 3.

Hadrom: Der Hadromteil der primären Bündel weist, außer den beiden großen seitlichen Gefäßen, meist zwei übereinander gelegene Ringgefäße im oberen Teile auf. Die übrigen Elemente des Holzkörpers zeigen in bezug auf den Grad der Wandverstärkung ziemlich große Differenzen. Während die Zellen im oberen Teile keine sonderliche Verdickung der Wände aufweisen, sind sie im unteren, dem Leptom benachbarten, Teile des Hadroms durch enges Lumen und dicke Wände ausgezeichnet.

Leptom[3]**:** Das nur wenig ausgedehnte, aus kleinen zartwandigen Elementen bestehende Leptom wird von dem Hadrom durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen, wie es besonders auch bei Cyperaceen und Juncaceen vorkommt, getrennt.[4]

Mestomscheide: Jedes Gefäßbündel ist von einer Scheide umschlossen, die entsprechend ihrer vorwiegend mechanischen Funktion zum größten Teil aus dickwandigen Zellen gebildet wird. Nur die obersten an den Vasalteil des Bündels angrenzenden Scheidenzellen sind weniger verdickt. Im Bereich des Leptoms

[1] cf. X pag. 59. [2] III pag. 333.

[3] Um Verwechselungen vorzubeugen, ist für den Leptomteil der Mestombündel der Ausdruck „Bast“ vermieden worden. Als „Bast“ bezeichne ich im Anschluß an Schwendener (II) und Haberlandt (XIV) diejenigen Gewebe, welchen eine vorwiegend mechanische Funktion beizulegen ist. [4] cf. II pag. 17 und XII.

wird die Scheide vielfach zweischichtig. Auch die schwächeren Bündel sind von einer, wenn auch weniger gut ausgebildeten Scheide umschlossen, dagegen fehlt ihnen meist das Hadrom und Leptom trennende Band von dickwandigen Parenchymzellen.

Parenchymscheide: Um die soeben beschriebene Mestomscheide schließt sich bei allen Bündeln eine aus großen, relativ dickwandigen, farblosen Parenchymzellen gebildete Scheide. Die einzelnen Zellen derselben sind polygonal bis rundlich, meist etwas tangential gestreckt. Diese Scheide ist jedoch nur selten allseitig geschlossen, meist ist sie unterhalb des Mestombündels von Bastzellen der später zu erwähnenden Gurtung durchbrochen. Bei den primären Bündeln tritt diese Unterbrechung stets ein, während bei schwächeren Bündeln sowohl geschlossene als auch einseitig durchbrochene Scheiden auftreten.

Die physiologische Leistung der Parenchymscheide ist in diesem Falle eine dreifache:

1. Ihre Hauptaufgabe besteht, wie Haberlandt[1] eingehend dargelegt hat, in der Abteilung der Assimilationsprodukte.
2. Sie verstärkt das angrenzende, später näher zu beschreibende, hypodermale Wassergewebe, dient folglich auch als Wasserspeichergewebe.
3. Vermöge der Derbwandigkeit ihrer Zellen ist sie, wenn auch im untergeordneten Maße, mechanisch wirksam.

Mechanisches Gewebe: Da die Blattorgane vorwiegend auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen werden, so ist das mechanische Gewebe in Gestalt senkrecht zur Blattoberfläche orientierter I förmiger Träger entwickelt, die die obere und untere Blattseite miteinander verbinden (Schwendener [II][2] Typus III). Die Gurtungen dieser subepidermalen Träger, die wohl der Mehrzahl der Gramineen eigen sind, werden von mehr oder weniger ausgedehnten Bastgruppen[3] gebildet, während der Gurtungsverband oder die Füllung der Träger entweder nur durch die Mestombündel oder durch diese in Verbindung mit Parenchym hergestellt wird. Das mechanische Gewebe steht somit in engster Beziehung mit den Gefäßbündeln. Diese Tatsache wird noch durch den Umstand erhellt, daß bei stärkerer Entwicklung der Bastgruppen das Gefäßbündel, welches den Gurtungsverband vermittelt, stets primär entwickelt ist und die Mestomscheide vorwiegend aus dickwandigen Zellen gebildet wird. Letztere schützt also nicht nur das Mestom gegen Druck, sondern erhöht gleichzeitig die mechanische Leistungsfähigkeit des ganzen Trägers. Da bei der Biegung des Blattes die Oberseite vorwiegend auf Zug, die Unterseite dagegen auf Druck in Anspruch genommen wird, so sind meist auch die beiden Gurtungen eines Trägers dementsprechend verschieden ausgebildet. Während die untere Gurtung stärker entwickelt ist und die Zellen mehr zu einem soliden Strang vereinigt sind, ist die obere Gurtung mehr bandartig ausgebildet.

Die soeben geschilderten Verhältnisse gelten natürlich nicht nur für P. alopecuroideum, sondern für eine ganze Anzahl von Gräsern, speziell auch von Festucaceen.

Bei P. alopecuroideum sind die fast lückenlos verbundenen Elemente des Bastes sehr dickwandig. Die untere Gurtung grenzt bei den primär entwickelten Mestombündeln an die Mestomscheide, bei den schwächeren Bündeln dagegen meist an die Parenchymscheide (siehe Parenchymscheide). Die obere Gurtung schließt sich der Parenchymscheide der primären Bündel direkt an, wird jedoch von der Parenchymscheide der sekundär und tertiär entwickelten Bündel noch durch eine einschichtige, im Querschnitt aus meist nur zwei Zellen gebildeten Lage farblosen Parenchyms getrennt. Diese chlorophyllfreien Zellen sind physiologisch den Zellen der Parenchymscheide gleichwertig; sie zeigen, wenn man von ihrer Streckung in radialer Richtung absieht, auch denselben anatomischen Bau. Zu erwähnen wäre noch, daß sich jederseits am Blattrand eine keilförmige Bastgurtung befindet, die fast keiner Graminee fehlt.

Chlorophyllparenchym: Das Chlorophyll haltende Parenchym umgibt die farblose Parenchymscheide in Gestalt eines nur von den Bastgurtungen durchbrochenen Kranzes (Kranztypus Haberlandts[4]). Die Zellen sind radial gestreckt und etwa nur $^1/_3$ so breit als die Zellen der Parenchymscheide.[5] Zwischen den

[1] cf. IV pag. 130 und XIV pag. 245. [2] cf. II pag. 79 und XIV pag. 158.

[3] „Bast" im weitesten Sinne. [4] XIV pag. 244.

[5] Güntz erwähnt übrigens diesen Bau des Assimilationsgewebes, der bei Gramineen gar nicht selten vorkommt, mit keinem Worte.

Gurtungen der Unterseite zieht sich ferner noch eine meist nur einschichtige Lage isodiametrischer chlorophyllhaltiger Zellen hin.

Gelenkzellen: Auf der Oberseite des Blattes befinden sich am Grunde der Rinnen zwischen den Prismen Gruppen dünnwandiger, nach dem Inneren des Blattes blasig vorgewölbter Zellen, die stets chlorophyllfrei sind (Duval-Jouve, Gruppe III: une bande entre chaque faisceau, jamais au-dessus d'un faisceau[1]).

Während Duval-Jouve[1] diesen Zellen den Namen „cellules bulliformes" beigelegt hat, den auch Hackel[2] latinisiert beibehalten hat, nennt sie Tschirch[3] „Gelenkzellen", da sie beim Einrollen bzw. Zusammenfalten der Blätter bei eintretender Trockenheit wie Charniere wirken. Obgleich ich mit Volkens[4] der Ansicht bin, daß dieses Gewebe in erster Reihe als Wasserspeichergewebe anzusprechen und seine Betätigung bei den Schließungsbewegungen der Blätter nur als Nebenfunktion anzusehen ist, habe ich dennoch den Namen „Gelenkzellen" beibehalten, da er nun einmal allgemein gebräuchlich geworden ist. Näher auf die Funktion dieses Gewebes einzugehen, ist hier nicht am Platze, zumal Duval-Jouve, Tschirch, Güntz u. a. hierüber ausführlich berichtet haben. Erwähnen möchte ich jedoch, daß in einzelnen Fällen, wie es schon Grob[5] bei Oriza sativa nachgewiesen hat, das Lumen der Gelenkzellen von homogenen Kieselkörpern ausgegossen ist. — Ich habe dies besonders bei Arundo Donax beobachtet. — In diesem Falle können meines Erachtens die genannten Zellen unmöglich als Gelenke oder Charniere wirksam sein.

Bei P. alopecuroideum sind die Gelenkzellen zu Gruppen von 4—6 Zellen am Grunde der Rinnen vereinigt. Sie sind meist nur wenig in radialer Richtung gestreckt und zeigen annähernd gleiche Größe. Ihre Außenwände sind, was bei vielen Gräsern der Fall ist, bedeutend stärker verdickt als die Innenwände.

Hypodermales Wassergewebe: An die Gelenkzellen schließt sich unterseits ein im Querschnitt aus 2—3 Zellreihen gebildetes Wassergewebe. Tschirch[6] bezeichnet dieses Gewebe zusammen mit den Gelenkzellen als „Gelenkpolster", dem er dieselbe Funktion zuschreibt wie den Gelenkzellen. Ich ziehe nach Pfitzer[7] den Namen „Wassergewebe" vor, da einerseits dieses farblose Parenchym auch bei Pflanzen vorkommt, deren Blätter sich bei eintretender Trockenheit nicht schließen,[8] andererseits aber seine wahrscheinlich nur geringe Beteiligung beim Verschluß des Blattes von P. alopecuroideum erst in zweiter Reihe in Frage kommt, wie schon bei der Besprechung der Gelenkzellen angedeutet wurde. Zudem ist dieses Gewebe schon durch seine Lage in bezug auf das Chlorophyllparenchym hinreichend als Wassergewebe charakterisiert. Es grenzt nämlich dem vorher besprochenen kranzartig angeordneten Assimilationsgewebe in seiner ganzen radialen Ausdehnung seitlich unmittelbar an und schließt sich andererseits dem Streifen chlorophyllführender Zellen an, der sich an der Epidermis der Unterseite hinzieht.[9] Wenn diese einschichtige Lage grüner Zellen fehlt, was besonders in der Nähe der Mittelrippe des Blattes eintritt, erstreckt sich das Zellgewebe in einem kontinuierlichen Bande von den Gelenkzellen bis zur Epidermis der Unterseite. In bezug auf die einzelnen Zellen dieses Gewebes ist nur noch weniges zu sagen. Sie besitzen sehr dünne Wände, die, wie die Prüfung mit Jodlösung und darauf folgender Schwefelsäure ergab, vorwiegend aus Cellulose bestehen. Dieselben besitzen keine Tüpfel und sind längs der Zellkanten etwas collenchymatisch verdickt. In allen diesen Punkten, sowie auch in der Größe des Lumens und dem gänzlichen Mangel des Chlorophylls stimmen die Zellen des Wassergewebes mit den Gelenkzellen überein.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermis der Oberseite besteht am Grunde der Rinnen aus den schon besprochenen Gelenkzellen, an den Flanken der Prismen finden sich relativ großlumige Epidermiszellen, während der Prismenscheitel von Zellen mit kleinem Lumen eingenommen wird, die vielfach in Haare ausgewachsen sind. Die Außenwände der Epidermiszellen der Oberseite sind nur mäßig verdickt. Die Epidermis der Unterseite besteht dagegen aus Zellen, deren Außenwände eine sehr beträchtliche Verstärkung erfahren haben, so daß das Lumen vielfach bis auf einen Spalt reduziert ist.

Epidermis von der Fläche gesehen: Bevor näher auf den Bau der Oberhaut von P. alopecuroideum eingegangen wird, soll hier, um im folgenden Wiederholungen nach Möglichkeit zu vermeiden, eine kurze

---

[1] cf. III pag. 318. [2] cf. VI pag. 18. [3] cf. VII pag. 11

[4] Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane, Jahrbuch des Kgl. Bot. Gartens zu Berlin Bd. III 1884 pag. 46.

[5] cf. XIII pag. 7. [6] cf. VII pag. 11 u. 13. [7] cf. I. [8] cf. III. [9] cf. XIV pag. 348.

allgemeine Übersicht über das Hautgewebe der Grasblätter und die Elemente, aus denen es sich zusammensetzt, Platz finden.

Die stets einschichtige Epidermis der Gramineenblätter besteht aus in der Richtung der Hauptachse des Blattes mehr oder weniger gestreckten chlorophyllfreien Zellen, die in bezug auf die Form und die Beschaffenheit der Wandungen eine ziemlich große Mannigfaltigkeit zeigen. Der Form nach unterscheide ich nach Grob[1]:

I. Langzellen.

Zellen, die stets länger als breit sind.

a) Sechseckige Langzellen mit meist glatten Wänden.

b) Rechteckige Langzellen mit meist gewellten Wänden.

II. Kurzzellen.

a) Kieselzellen. Dieselben zeigen stets eine bestimmte charakteristische Form; sie sind meist breiter als lang, selten ebenso lang als breit oder länger als breit und führen stets Kieselkörper, die entweder homogene oder körnige Beschaffenheit besitzen.

1. Hantelzellen. Sie besitzen die Form von Hanteln, die mit ihrer Hauptachse der Achse des Blattes parallel verlaufen.

2. Sattelzellen. Die Querwände sind nach dem Inneren der Zelle mehr oder weniger stark vorgewölbt.

3. Kreis- und Ellipsenzellen.

b) Korkkurzzellen. Sie zeigen eine weniger charakteristische Gestalt, enthalten keine Kieselkörper, dagegen verkorkte Wände und sind meist dünnwandiger als die Kieselzellen.

Häufig sind Epidermiszellen, besonders Kurzzellen, zu Haaren ausgewachsen. Ich unterscheide nach Grob folgende Formen:

III. Haare.

a) Stachelhaare. *1. Randstachelhaare.* Haare von stachelartiger Gestalt, deren elliptische Basis nur wenig kürzer ist als der Haarschaft. Sie finden sich bei allen untersuchten Gräsern am Blattrande und sind meist der Spitze, selten der Basis des Blattes zugekehrt.

2. Baststachelhaare. Sie sind der vorigen Gruppe sehr ähnlich, meist jedoch zarter. Sie finden sich nur in den über Bast gelegenen Partieen der Epidermis.

3. Parenchymstachelhaare. Ihre Basis ist kreisförmig, sie sind weit kürzer als die vorigen und finden sich vorwiegend in den über Parenchym befindlichen Epidermispartieen.

b) Borstenhaare. Die Basis ist meist rund, der Haarkörper weit länger als der Fuß.

1. Gewöhnliche Borstenhaare.

2. Polsterhaare. Der Haarfuß ist von einem Kranz isodiametrischer Zellen umgeben, die über das Niveau der übrigen Epidermiszellen hügelartig emporragen. An der Basis sind diese Haare etwas eingeschnürt. Der Haarkörper erreicht eine sehr bedeutende Länge. Sie finden sich vorwiegend über Parenchym.

c) Weichhaare. Sehr zarte Haare mit rundlicher bis elliptischer Basis, sie bilden die echten Haarfilze.

d) Winkelhaare. Schief gegen die Blattfläche gerichtete, zarte, meist zweizellige Haare.

1. Zylindrische
2. Keulenförmige } *Winkelhaare.*
3. Stachelhaarförmige

IV. Gelenkzellen.

Die schon vorher besprochenen Gelenkzellen erscheinen von der Fläche gesehen, quadratisch bis rechteckig. Durch ihre Dünnwandigkeit und ihre Anordnung in kontinuierlichen von keinen anderen Zellelementen unterbrochenen Reihen, sind sie leicht zu erkennen.

---

[1] cf. XIII.

V. Spaltöffnungen.[1]

Die Schließzellen der Spaltöffnungen haben hantelförmige Gestalt. Die erweiterten Enden jeder Zelle sind meist durch ein schmales Mittelstück miteinander verbunden, dessen Außen- und Innenwand sehr starke Verdickungsleisten besitzen. Sie nehmen die ganze Breite des Mittelstücks ein, so daß das Lumen querspaltenförmig ist. Gegen die erweiterten Enden zu verjüngen sich die Verdickungsleisten und gehen allmählich in die dünnen Wandpartieen der ersteren über.[2]

Da die Epidermis keineswegs in allen Teilen aus denselben Zellelementen zusammengesetzt ist, erweist es sich als zweckmäßig, verschiedene Regionen oder Streifen zu unterscheiden:

1. Streifen über Bast.
2. Streifen über Parenchym.
3. Gelenkzellenstreifen.
4. Streifen über der Mittelrippe.
5. Randstreifen.

Es sei noch erwähnt, daß die Epidermis der Unterseite meist anders gebaut ist, als die der Oberseite.

Bei P. alopecuroideum zeigt, infolge des Mangels einer ausgeprägten Mittelrippe, auch die Epidermis in dieser Region keine besonderen Eigentümlichkeiten, so daß man hier nur vier Streifen zu unterscheiden braucht.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Es wechseln Reihen, die nur, oder doch vorwiegend, aus Langzellen gebildet werden mit solchen, in denen Lang- und Kurzzellen vorhanden sind, regelmäßig miteinander ab. Die Längs- und Querwände sind stark wellig bis knotig verdickt und sind sehr regelmäßig mit schief gestellten Tüpfeln versehen. Diese Wellung erstreckt sich jedoch, wie Ambronn[3] nachgewiesen hat, nur auf den oberen, der Außenwand benachbarten Teil der Wand, während der innere, tiefer gelegene Teil gerade ist. Die rechteckigen Langzellen (cf. pag. 7) sind in den reinen Reihen (nur Langzellen) länger als in den gemischten Reihen (mit Lang- und Kurzzellen). In den gemischten Reihen folgt auf eine Kieselzelle, die meist Ellipsen- selten Sattelform besitzt und stets glattwandig und ungetüpfelt ist, eine mit gewellten und getüpfelten Wänden versehene, viereckig erscheinende Korkkurzzelle, auf diese endlich eine Langzelle u. s. f. Wenn diese Anordnung der Zellen in den gemischten Reihen nun auch vorherrschend ist, so finden wir sie jedoch keineswegs immer durchgeführt, vielmehr folgen oft zwei und mehr Kieselzellen aufeinander, oder es wechseln Kiesel- und Korkzellen miteinander ab, oder endlich fehlen stellenweise die Korkzellen, so daß Kieselzellen und Langzellen abwechseln. Die Unregelmäßigkeit in den gemischten Reihen wird ferner dadurch noch erhöht, daß ein Teil der Kieselzellen zu Baststachelhaaren, ein Teil der Korkkurzzellen zu zweizelligen keulenförmigen Winkelhaaren ausgewachsen ist. Bei letzteren ist die Endzelle weit zarter als die Basalzelle.

2. Streifen über Parenchym: Sämtliche Reihen zeigen dieselben Elemente. Es wechseln in jeder Reihe Langzellen, die etwas breiter sind als die über Bast liegenden, mit Spaltöffnungen ab. Hin und wieder tritt an Stelle der Spaltöffnung ein keulenförmiges Winkelhaar oder eine rechteckige Kurzzelle, die etwas breiter als lang ist.

3. Gelenkzellenstreifen: siehe pag. 6 u. 7.

4. Randstreifen: Der Streifen am Rande des Blattes zeigt im wesentlichen denselben Bau wie die über Bast befindlichen Streifen. Es fehlen ihm die Winkelhaare, dagegen ist ein großer Teil der Kurzzellen zu mächtigen Randstachelhaaren entwickelt, die unmittelbar am Blattrande die anderen Elemente, mit Ausnahme der Langzellen, völlig verdrängen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Sie zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite, nur ist eine weit geringere Zahl von Kurzzellen zu Trichomen umgebildet.

2. Streifen über Parenchym: Entsprechend der geringen Ausdehnung des Chlorophyllparenchyms an der Unterseite ist die Zahl der Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln, auf 2—3

[1] cf. XI pag. 65 etc. [2] cf. XIV pag. 389. [3] cf. IX pag. 89.

beschränkt, die etwa in der Mitte jedes Streifens gelegen sind. In den übrigen Reihen wechseln Langzellen mit rechteckigen Kurzzellen sehr unregelmäßig ab. Sehr selten findet sich an Stelle einer Kurzzelle oder einer Spaltöffnung ein zweizelliges, keulenförmiges Winkelhaar.

3. Randstreifen: Die Randstreifen der Unterseite des Blattes zeigen denselben Bau, wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

2. Pappophorum macrostachyum Schrad.

Fundort: Südbrasilien (legit. Sellow).

Diese Art stimmt im anatomischen Bau der Laubblätter mit Pappophorum alopecuroideum Vahl völlig überein; da sie auch morphologisch sich von P. alopecuroideum im wesentlichen nur durch Behaarung der Scheiden (basi vaginisque adpresso-pilosis-Kunth) unterscheidet, ist die Ansicht Trinius, der sie mit P. alopecuroideum vereinigt, bestätigt. Es ist somit Pappophorum macrostachyum Schrad. = Pappophorum alopecuroideum Vahl var. macrostachyum.

3. Pappophorum mucronulatum Nees (Taf. I, Fig. 1—5).

Fundort: Estancia San Teodore, Argentinien (Kneucker Nr. 248).

Gesamtform: Die rinnig vertieften Blätter zeigen nicht nur am Grunde der Rinnen, sondern auch seitlich davon an den Flanken der Prismen große Gelenkzellen (Fig. 1 gl), während der Prismenscheitel zahlreiche dickwandige Haarpapillen (Fig. 1 hp) trägt, die etwa die Form eines kleinen Hutpilzes besitzen. Jedes Prisma wird von einem Gefäßbündel durchzogen. Die Mittelrippe tritt gar nicht über das Niveau der übrigen Lamina hervor und zeigt auch dieselben anatomischen Verhältnisse wie die übrige Blattspreite.

Mestombündel: Das Bündel der Mittelrippe ist primär entwickelt, in dem übrigen Teil des Blattes wechseln stärkere und schwächere Bündel in bestimmter Weise ab. Das Verhältnis der primären Bündel zu den weniger gut entwickelten ist 1 : 2—3.

Außer den beiden großen seitlichen Gefäßen weist der Hadromteil der primären Bündel meist nur ein Ringgefäß auf. Die übrigen Elemente des Holzes sind relativ dickwandig, besonders die dem Leptom benachbarten Zellen.

Das Leptom wird vom Hadrom durch ein meist zweischichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt, die sich seitlich der Mestomscheide anschließen. Es besteht aus zartwandigen kleinen Zellen.

Den schwächeren Bündeln fehlt meist das Hadrom und Leptom trennende Band dickwandiger Parenchymzellen.

Mestomscheide: Die Zellen der Mestomscheiden (Fig. 1 msch) der primären Bündel zeigen im Bereich des Hadroms eine bedeutend geringere Verdickung ihrer Wände als in dem das Leptom umschließenden Teile. Die Mestomscheiden der schwächeren Bündel dagegen werden durchweg aus relativ dünnwandigen Zellen gebildet.

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden (Fig. 1 psch) sind bei allen Bündeln gut entwickelt. Sie bestehen aus polygonalen, Chlorophyll enthaltenden Zellen, die in radialer Richtung etwas gestreckt sind, und sich durch ihr fast lückenloses Zusammenschließen und die Stärke ihrer Wandungen von der Mehrzahl der übrigen Chlorophyll führenden Zellen auszeichnen.

Mechanisches Gewebe: Bevor auf die spezifisch mechanischen Elemente eingegangen wird, muß hier einer Gruppe von Zellen Erwähnung getan werden, die trotz ihrer Zugehörigkeit zum Assimilationssystem, eine nicht zu unterschätzende mechanische Bedeutung besitzen. Es sind dies polygonale Chlorophyll führende Zellen, die senkrecht zur Blattoberfläche etwas gestreckt erscheinen und in ein bis zwei Reihen jedes Prisma von der Parenchymscheide bis zur oberen Gurtung durchziehen. Sie bilden im Zusammenhang mit dem Gefäßbündel und dessen Scheiden die Füllung eines jeden Trägers. Vermöge ihrer Dickwandigkeit sind sie befähigt, neben ihrer assimilatorischen Funktion auch ihrer mechanischen Aufgabe zu genügen. Von den übrigen Chlorophyll führenden Zellen unterscheiden sie sich abgesehen von der erwähnten Stärke ihrer Wandungen, in der sie mit den Zellen der Parenchymscheide übereinstimmen, noch durch ihre Größe.

Die obere Gurtung, die den Kopf eines jeden Prismas einnimmt, schließt sich diesen eben beschriebenen Zellen unmittelbar an (Fig. 1mg).

Die untere Gurtung eines jeden Trägers dagegen schließt sich, wenn das zugehörige Mestombündel primär entwickelt ist, an die Mestomscheide, bei den schwächeren Bündeln an die Parenchymscheide an. Sie ist stets breiter und meist auch höher als die entsprechende obere Gurtung.

Jedes Prisma wird von einem I-Träger des eben beschriebenen Baues durchzogen. Schließlich sei noch der Gurtung am Blattrande gedacht, die hier ziemlich stark entwickelt ist.

Sämtliche Gurtungen bestehen aus typischen, im Querschnitt verhältnismäßig kleinen, lückenlos aneinander grenzenden Sklerenchymzellen.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen nehmen, wie schon erwähnt wurde, nicht nur die Rinnen zwischen den Prismen ein, sondern ziehen sich an den Flanken der Prismen bis zum Scheitel hin, so daß jede Gelenkzellengruppe etwa die Gestalt eines V besitzt. Die Zellen nehmen von oben nach unten allmählich an Größe zu, die am tiefsten gelegene besitzt die Form eines Keils, dessen Spitze der Außenseite des Blattes zugekehrt ist; sie übertrifft die anderen Gelenkzellen meist bedeutend an Größe. Sämtliche Gelenkzellen sind sehr dünnwandig, selbst die Außenwände sind kaum merkbar verdickt.

Hypodermales Wassergewebe: An die Gelenkzellen schließen sich große, tangential gestreckte, dickwandige Parenchymzellen, die kein Chlorophyll führen, an (Fig. 1 wg). Dieselben erstrecken sich in 1—2 Reihen mehr oder weniger tief in das Blattinnere, erreichen jedoch meist nicht die Epidermis der Unterseite (cf. pag. 6).

Chlorophyllparenchym: Der noch zur Verfügung stehende Raum des Blattinnern wird von Chlorophyllparenchym ausgefüllt. Dasselbe besteht im Bereich der Prismen aus schmalen, palissadenartigen, senkrecht zur Trägerfläche orientierten Zellen in der Partie zwischen den unteren Bastgurtungen zweier benachbarter Träger einerseits, dem Wassergewebe und der Epidermis der Unterseite andererseits dagegen aus locker verbundenen isodiametrischen Zellen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermis der Oberseite zeigt, außer den bereits erwähnten großen Gelenkzellen, im Querschnitt nur noch mit engem Lumen versehene Haarpapillen, die etwa die Form eines kleinen Hutpilzes haben und den Scheitel der Prismen krönen (Fig. 1 hp). Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen sehr stark verdickte Außenwände, so daß die Zellhöhlungen zu einem engen Spalt zusammengedrängt erscheinen (Fig. 1 u. 3).

Epidermis der Oberseite von der Fläche betrachtet: 1. Streifen über Bast (Fig. 4): Ähnlich wie bei P. alopecuroideum wechseln in den Epidermisstreifen über Bast reine Reihen, die ganz oder doch vorwiegend aus Langzellen gebildet werden, mit gemischten Reihen, die aus verschiedenen Zellelementen zusammengesetzt sind. Die Anordnung ist meist derart, daß die mittelste Reihe eines jeden Streifens eine gemischte ist, während die übrigen seitlich gelegenen Reihen vorwiegend aus Langzellen bestehen, die rechteckige Form und stark gewellte Wände besitzen. In den gemischten Reihen wechseln Sattelzellen, deren Wände stets glatt und ungetüpfelt sind, mit Kurz- oder kurzen Langzellen ab, die eine starke Wellung und deutliche Tüpfelung ihrer Längswände aufweisen. In ihrer Anordnung zeigen die Elemente der gemischten Reihen eine große Unregelmäßigkeit, die durch das Auftreten mächtig entwickelter Stachelzellen (bst) und sehr kurzer keulenförmiger Winkelhaare (wkh) noch erhöht wird. Schließlich sei noch der schon früher erwähnten hutpilzartigen Haarpapillen gedacht, die in sehr großer Zahl nicht allein die Außenwände, sondern auch die Seitenwände der Zellen bedecken, in den gemischten Reihen aber ganz fehlen. Besonders große Papillen finden sich zu je zwei zu beiden Seiten eines jeden Stachelhaares (Fig. 4 hp).

2. Streifen über Parenchym und Gelenkzellenstreifen: Eine strenge Sonderung zwischen Streifen über Parenchym und Gelenkzellenstreifen ist hier deshalb nicht am Platze, weil mit Ausnahme der Spaltöffnungen die Streifen über Parenchym nur Langzellen führen, die, wie schon das Bild des Querschnitts zeigt, von den Gelenkzellen wenig verschieden sind. In den Streifen oder Reihen, welche dem Streifen über Bast benachbart sind, finden sich ebenfalls jene eigenartig gestalteten Haarpapillen, welche sowohl aus der Außenwand als aus den Seitenwänden der Epidermiszellen ihren Ursprung nehmen. Um die Spaltöffnungen sind sie in Form eines Kranzes angeordnet.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen auch hier im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Ihnen fehlen die mehrfach erwähnten Papillen; dagegen ist ein großer Teil der Kieselzellen zu Stachelhaaren entwickelt, die besonders unmittelbar am Blattrande recht zahlreich auftreten.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen. 1. Streifen über Bast: Die Streifen der Unterseite sind, wie schon aus der Form der Gurtungen hervorgeht, weit breiter als die entsprechenden der Oberseite; im Bau unterscheiden sie sich wenig voneinander. Es fehlen ihnen die Haarpapillen, die Baststachelhaare und meist auch die kurzen keulenförmigen Winkelhaare. Die Anordnungen der verschiedenen Zellformen ist dieselbe wie bei den Streifen der Oberseite, jedoch treten häufiger kontinuierliche Kurzzellenreihen auf (Fig. 5).

2. Streifen über Parenchym: Entsprechend der geringen Ausdehnung des Chlorophyllparenchyms an der Unterseite sind die zugehörigen Epidermisstreifen nur aus 3—6 Zellreihen gebildet. In den mittleren Reihen wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab, während die den Streifen über Bast benachbarten Reihen Langzellen und sehr vereinzelt rechteckige bis elliptische Kurzzellen führen. Die Längswände der Zellen sind stark gewellt und getüpfelt. Von Haarbildungen sind sehr lange Polsterhaare (Fig. 2) und jene kleinen keulenförmigen Winkelhaare zu erwähnen, die auch den Streifen über Bast der Oberseite eigen sind.

3. Randstreifen: Die Randstreifen der Epidermis der Unterseite zeigen denselben Bau wie die der Oberseite.

4. Pappophorum commune F. von Müller (Taf. I, Fig. 6 u. 7).

Fundort: Echuca in Victoria, Australien (Originalexemplar F. v. Müllers).

Gesamtform: P. commune teilt mit den früher beschriebenen Arten die rinnige Vertiefung der Oberseite und das Zurücktreten der Mittelrippe, unterscheidet sich jedoch durch den fast gänzlichen Mangel des hypodermalen Wassergewebes und durch die geringere Entwicklung mechanischer Elemente.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3. Gefäß- und Siebteil sind auch hier durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden zeigen denselben Bau wie bei P. alopecuroideum (cf. pag. 4).

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden werden von relativ großen chlorophyllarmen Zellen gebildet. Bei schwächeren Bündeln sind die Scheiden stets geschlossen, bei stärkeren dagegen stets unterseits zuweilen auch oberseits von Bastgurtungen durchbrochen.

Mechanisches Gewebe: Die aus kleinen, lückenlos verbundenen Bastelementen gebildeten Gurtungen sind weit schwächer entwickelt als bei den vorher genannten Arten. Den Scheiden der primären Bündel grenzen sie unmittelbar an, während sie von den Scheiden der schwächeren Bündel noch durch ein oder mehrere Schichten von Chlorophyllparenchym getrennt sind. Die Gurtung am Blattrande besteht nur aus wenigen Zellen.

Chlorophyllparenchym: In den Prismen ist das chlorophyllhaltige parenchymatische Gewebe nach dem Kranztypus angeordnet. Es besteht hier aus schmalen radial gestreckten Zellen. In den Rinnen dagegen wird es aus isodiametrischen Zellen gebildet, die ziemlich große Intercellularen zwischen sich lassen und nur wenig Chlorophyll enthalten, niemals jedoch ganz frei von Chlorophyll sind, so daß von einem Wassergewebe hier nicht die Rede sein kann.

Gelenkzellen: Das fehlende Wassergewebe wird durch die Gelenkzellen, welche eine recht ansehnliche Größe erreichen, ersetzt. Besonders in der Nähe der Mittelrippe sind sie von solcher Mächtigkeit, daß das darunter liegende Assimilationsgewebe auf einen schmalen Streifen, der sich an der Epidermis der Unterseite hinzieht, beschränkt ist. Im übrigen stimmen sie sowohl in bezug auf ihre Anordnung als auch auf den Bau mit den Gelenkzellen der bereits besprochenen Arten überein.

Epidermis im Querschnitt: Während die Epidermiszellen der Oberseite, soweit sie nicht an Bastelemente angrenzen, dünnwandig erscheinen, zeigen die Zellen der Unterseite eine beträchtliche Verdickung ihrer Außenwände.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast (Fig. 6): In den Streifen über Bast können wir auf der Unterseite 3 Arten von Reihen unterscheiden, nämlich Kurzzellreihen, Langzellreihen und gemischte Reihen.

In den Kurzzellreihen wechseln annähernd hantelförmige Kieselzellen (hz), deren Wände glatt und ungetüpfelt sind, mit Korkkurzzellen ab, die ungefähr quadratisch sind und stark gewellte Wände besitzen.

Die Langzellreihen bestehen aus rechteckigen Zellen mit gewellten und ziemlich regelmäßig getüpfelten Wänden.

In den gemischten Reihen wechseln Langzellen, Hantelzellen, die hier häufig zu Baststachelhaaren (bst) umgebildet sind und Korkzellen in sehr unregelmäßiger Folge miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: In den den Streifen über Bast benachbarten Reihen wechseln Langzellen mit stark gewellten Längswänden und Parenchymstachelhaare ziemlich regelmäßig ab, in den mittleren Reihen dagegen treten an die Stelle der Haare Stomata. Zuweilen treten an die Stelle der Stachelhaare eigentümlich gestaltete Winkelhaare, deren Basalzelle lang zylindrisch ist, während die dünnwandige Endzelle ovale bis kugelige Form besitzt, so daß das Haar an einen Trommelschlägel erinnert. Kurzzellen treten in diesen Streifen nur vereinzelt auf. Sie sind rektangulär bis elliptisch und stets breiter als lang.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur lediglich durch das häufigere Vorkommen von Stachelhaaren, die in unmittelbarer Nähe des Randes sehr mächtig entwickelt sind.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Oberseite stimmen, abgesehen von der geringeren Breite mit den entsprechenden Streifen der Unterseite völlig überein.

2. Streifen über Parenchym: Auch die Streifen über Parenchym zeigen im wesentlichen denselben Bau wie auf der Unterseite.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. pag. 11 oben.

Tabellarische Übersicht der Pappophorum-Arten.

Gräser mit mehr oder weniger rinnig vertiefter Blattoberfläche und wenig ausgeprägter Mittelrippe. Zwischen je zwei Gefäßbündelsträngen befinden sich auf der Oberseite Gelenkzellen. Wassergewebe meist reichlich vorhanden. Die Quantität der Bastelemente schwankt. Epidermiszellen mit gewellten Wänden. Reichliche Trichomentwicklung. Die Parenchymscheiden sind stets gut entwickelt. Das Assimilationsgewebe ist nach dem Kranztypus angeordnet.

a) Mit reichlichem Wassergewebe:

1. Parenchymscheiden farblos, Bastelemente mäßig entwickelt, Oberseite ohne Haarpapillen . . . . . P. alopecuroideum Vahl.

2. Parenchymscheiden chlorophyllhaltig, Bastelemente sehr zahlreich. Oberseite mit zahlreichen Haarpapillen bedeckt . . . . . P. mucronulatum Nees.

b) Kein oder nur spärliches Wassergewebe:

3. Parenchymscheiden chlorophyllhaltig, Bastelemente spärlich. Keine Haarpapillen auf der Oberseite . . . . . P. commune F. v. Müller.

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, daß die genannten Arten, die morphologisch sehr gut gegen einander abgegrenzt sind, auch im anatomischen Bau der Blätter Differenzen aufweisen, die sie leicht unterscheiden lassen. (Über P. macrostachyum cf. pag. 9.)

B. Sesleriae.

Sesleria.

Die untersuchten Arten der Gattung Sesleria gehören zu Klasse 2 b und Klasse 3 a der Wiesengräser.

Zur Charakterisierung der Gattung sei folgendes bemerkt: Die Bastelemente sind nur mäßig entwickelt; das chlorophyllhaltige Parenchym herrscht vor. Die meist chlorophyllführenden Parenchymscheiden sind wenig ausgeprägt, das hypodermale Wassergewebe fehlt gänzlich. Die Mittelrippe des Blattes tritt mehr oder weniger scharf über das Niveau der übrigen Lamina hervor. Die Trichombildung ist meist nur gering.

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, daß die Gattung Sesleria sehr gut gegen Pappophorum abgegrenzt ist, was ja schon durch ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Gruppen der oben erwähnten Einteilung der Gräser[1] erhellt.

Ich beginne mit der Beschreibung der zu Klasse 2 b gehörigen Arten, die durch die scharf hervortretende Mittelrippe, welche nur ein Gefäßbündel besitzt, das Auftreten großer Gelenkzellen rechts und links von derselben und das Fehlen der Gelenkzelle in der übrigen stets glatten Lamina gekennzeichnet wird.

1. Sesleria coerulea Ard., *Form uliginosa* Opitz (Taf. I, Fig. 8 u. 9).

Fundort: Zwischen Moosbrunn und Laxenburg in Niederösterreich auf nassen Wiesen (Kneucker Nr. 240).

Gesamtform: S. coerulea repräsentiert den Typus der Gattung und zeigt daher auch in der Gesamtform außer den Kennzeichen der Klasse 2 b die Merkmale der Gattung, wie sie vorher angegeben worden sind, am vollkommensten.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Über den Bau der Bündel ist wenig zu sagen. Im Hadrom finden wir meist 2 zuweilen auch 3 seitlich gelegene Gefäße und ein Ringgefäß im oberen Teil. Das Leptom ist ziemlich zart, Gefäß- und Siebteil sind durch ein Band mäßig verdickter Zellen getrennt, das jedoch auch bei vielen Bündeln nicht vorhanden ist.

Mestomscheide (Fig. 8 msch): Jedes Mestombündel ist von einer Scheide umschlossen, die aus gleichartigen, im Querschnitt elliptisch erscheinenden Zellen gebildet wird, deren Innenwände gegenüber den Außenwänden sehr stark verdickt erscheinen.

Parenchymscheide: Die Paremchymscheiden, die nur wenig ausgeprägt sind, bestehen aus Chlorophyll führenden, in der Größe oft verschiedenen, isodiametrischen Zellen, die jedoch meist kleiner sind als die Zellen des angrenzenden Assimilationsgewebes. Die Scheiden der primären und meist auch der sekundären Bündel sind zweiseitig von Bastelementen durchbrochen[2], während die tertiär entwickelten Gefäßstränge stets geschlossene Scheiden aufweisen.

Mechanisches Gewebe: Die mechanischen Elemente (Fig. 8 mg) sind in Form I-förmiger Träger angeordnet, deren Gurtungsverband durch die Gefäßbündel vermittelt wird. Sie erscheinen im Querschnitt aus meist nur zwei Reihen relativ großlumiger dünnwandiger Zellen gebildet, die sich in radialer Richtung von der Epidermis der beiden Blattseiten bis zur Mestomscheide des zugehörigen Bündels erstrecken. Meist ist die untere Gurtung etwas länger als die obere. Die Gurtung unterhalb des Gefäßbündels der Mittelrippe ist massiger und meist bandartig entwickelt. Den tertiären Bündeln fehlen die Gurtungen ganz oder sie sind nur andeutungsweise vorhanden. Dagegen sind die Gurtungen an den Blatträndern ziemlich stark entwickelt.

Es sei aber auch an dieser Stelle bemerkt, daß die stärkere oder geringere Entwicklung mechanischer Elemente lediglich ein epharmonisches, d. h. durch Klima und Standort bedingtes Merkmal ist, daß dagegen die Verteilung oder Anordnung der Bastelemente, wie schon Duval-Jouve[3] betonte, als taxinomisches Merk-

[1] cf. pag. 2 u. 3.

[2] Da es sich jedoch nicht um echte Bastzellen handelt, kann man auch diese Scheiden als geschlossen bezeichnen (cf. XII).

[3] cf. III pag. 343. Daselbst heißt es: la disposition demeure absolument la même et la différence ne porte que sur le nombre des fibres et sur l'épaissement de leurs parois.

mal zu betrachten ist. Ich glaubte auf diese Verhältnisse hier noch einmal zurückkommen zu müssen, da gerade bei S. coerulea die Abhängigkeit der Entwicklung mechanischer Elemente von Klima und Standort sehr deutlich zum Ausdruck kommt.[1]

Chlorophyllparenchym (Fig. 8 chp): Entsprechend der geringeren Quantität der Bastelemente ist das chlorophyllhaltende, parenchymatische Gewebe um so reichlicher entwickelt. Es besteht auf der Oberseite aus einer Schicht radial gestreckter, fast lückenlos verbundener Pallisadenzellen, an die sich das aus großen, isodiametrischen Zellen gebildete, lockere Schwammparenchym als Zuleitungsgewebe[2] anschließt, das stets arm an Chlorophyll, in den innersten Schichten sogar zuweilen farblos erscheint.

Gelenkzellen: Rechts und links von der Mittelrippe findet sich je eine Gruppe typischer großer Gelenkzellen (Fig. 8 gl), deren Außenwände nur wenig stärker erscheinen als die Innenwände. Jede Gruppe wird aus meist acht Zellen gebildet.

Epidermis im Querschnitt: Sämtliche Epidermiszellen erscheinen im Querschnitt annähernd rundlich, während jedoch die Zellen der Oberseite klein und sehr dünnwandig sind, zeigen die Zellen der Unterseite, welche bedeutend größer sind, eine wenn auch nur mäßige Verstärkung der Wände. Die an Bastelemente angrenzenden Zellen der Unterseite jedoch sind größer als die Zellen der Oberseite und zeigen eine bedeutende Verstärkung der Wandungen, besonders der Außenwand.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen meist aus gemischten Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit elliptischen bis sattelförmigen Kieselzellen, die zuweilen zu Stachelhaaren entwickelt sind und elliptischen bis nierenförmigen Korkkurzzellen, die etwa 3—4 mal so breit als lang sind und stets einer Kieselzelle benachbart sind, unregelmäßig abwechseln. Während die Wände der Kieselzellen glatt erscheinen, weisen die Lang- und Korkzellen sehr stark wellige bis knotig verdickte Wände auf, die eine deutliche Tüpfelung erkennen lassen. Sehr vereinzelt tritt streckenweise eine reine Langzellreihe auf.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym werden aus gleichartigen gemischten Reihen gebildet, in denen rechteckige Langzellen sehr regelmäßig mit sattelförmigen Kurzzellen abwechseln. Die Längswände der Langzellen sind stark gewellt, die Wände der Kurzzellen dagegen sind glatt. Sehr vereinzelt kommt zuweilen an Stelle einer Kurzzelle eine Spaltöffnung zur Entwicklung, die jedoch stets kürzer und breiter erscheint als die Spaltöffnungen der Oberseite.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem häufigeren Auftreten von Stachelhaaren, zeigen die Streifen am Rande denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die sehr schmalen Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen Langzellen mit stark welligen Wänden und Kurzzellen von elliptischer Form, die zuweilen zu Baststachelhaaren ausgewachsen sind, ziemlich regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym, die eine ansehnliche Breite besitzen, werden von Reihen gebildet, in denen sehr schmale Langzellen, die annähernd rechteckig sind und gewellte Wände besitzen, mit Spaltöffnungen, die länger und schmaler sind als die der Unterseite (wenn sie auf letzterer überhaupt vorhanden sind) sehr regelmäßig abwechseln.

3. Gelenkzellstreifen: Rechts und links von der Mittelrippe befindet sich je ein Gelenkzellstreifen von typischem Bau (cf. pag. 7).

4. Randstreifen: cf. Epidermis der Unterseite.

2. Sesleria coerulea Ard., *Form calcarea* Opitz.

Fundort: Auf der Koppe bei Eschenbach in Mittelfranken; auf Dolomit (Kneucker Nr. 35).

Gesamtform: S. coerulea, Form calcarea unterscheidet sich in der Gesamtform von der vorher beschriebenen Form durch die stärkere Entwicklung des mechanischen Gewebes und eine damit gleichzeitig auftretende Vermehrung der Mestombündel. Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, daß die Entwicklung von Bastelementen und Mestombündeln in kausalem Zusammenhange stehe, sondern nur die Tatsache konstatiert werden, daß hier mit der Vermehrung der Bastgurtungen eine gleiche Vermehrung der Gefäßbündel

[1] cf. hierüber die Beschreibung von Sesleria coerulea, Form calcarea. [2] cf. XIV pag. 245.

stattgefunden hat. Das Blatt erscheint daher von einer größeren Anzahl I-förmiger Träger durchzogen, was, da die Blattbreite annähernd dieselbe, wenn nicht gar eine geringere, wie bei der vorher beschriebenen Abart ist, natürlich eine Verminderung des Assimilationsgewebes zur Folge hat.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 5. Im übrigen zeigen sie denselben Bau wie bei S. c. var. uliginosa.

Mestomscheide: Die Zellen der Mestomscheide zeigen eine noch stärkere Verdickung ihrer Innenwände wie bei der erstgenannten Form; im übrigen stimmen die Scheiden der beiden Varietäten im Bau überein.

Parenchymscheide: Da die Zellen der Parenchymscheide sämtlich von annähernd gleicher Größe sind, treten die Scheiden etwas deutlicher hervor.

Mechanisches Gewebe: Der bereits oben gegebenen Beschreibung sei hier noch folgendes hinzugefügt: Die Gurtungen, die hier aus weit dickwandigeren Elementen bestehen, haben im allgemeinen eine stärkere Ausbildung erfahren, besonders auffallend tritt dies bei der unteren Gurtung der Mittelrippe und den an den Blatträndern gelegenen Gurtungen hervor. Die Verteilung und Anordnung der mechanischen Elemente ist jedoch wie bei S. c. var. uliginosa.

Chlorophyllparenchym und farbloses Parenchym: Das parenchymatische Gewebe, welches die Zwischenräume zwischen den Trägern ausfüllt, hat, abgesehen von der Verminderung durch das Auftreten einer größeren Zahl von Trägern, noch dadurch eine Einschränkung erfahren, daß die bereits bei S. c. var. uligonosa andeutungsweise vorhandene Sonderung von chlorophyllhaltigem und farblosem Parenchym hier deutlich durchgeführt ist. Die innersten Zellen des Schwammparenchyms sind stets farblos, so daß wir zwischen je zwei Gefäßbündeln einen Längsstrang farblosen Parenchyms, der von Chlorophyll führendem Parenchym umschlossen wird, unterscheiden können. Im übrigen zeigt das parenchymatische Gewebe denselben Bau wie bei S. c. uliginosa.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen zeigen eine stärkere Verdickung ihrer Wandungen, besonders der Außenwände, die bei den Epidermiszellen der Unterseite so weit geht, daß das Lumen nur spaltenförmig erscheint.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt im wesentlichen denselben Bau wie bei S. c. var. uliginosa, jedoch fehlen die Spaltöffnungen gänzlich, dagegen zeigen die Längswände der Zellen deutliche Cuticularleisten.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie bei der erstgenannten Form, nur sind häufiger Kurzzellen zu Stachelhaaren entwickelt.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln Langzellen mit gewellten Wänden und Spaltöffnungen ziemlich regelmäßig ab. In den mittleren Streifen dagegen wechseln Langzellen mit viereckigen bis breit elliptischen Kurzzellen ab.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: siehe S. c. var. uliginosa.

Den unterscheidenden Merkmalen zwischen Sesleria coerulea, Form uliginosa und S. c., Form calcarea kann man keinen taxinomischen Wert beimessen, dennoch sind sie für die Unterscheidung der beiden genannten Formen, die ja morphologisch nur sehr geringe Differenzen aufweisen und daher oft schwer gegeneinander abzugrenzen sind, sehr wohl brauchbar.

3. Sesleria Budensis Asch. und Graeb.

Fundort: Sashegy bei Ofen, auf Kalk.

Gesamtform: In der Gesamtform schließt sich S. Budensis eng an S. coerulea an.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Die Zahl der Gefäßbündel ist etwa dieselbe wie bei S. coerulea, Form uliginosa. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein Band starkwandiger Parenchymzellen getrennt. Im übrigen stimmen sie mit den Bündeln von S. coerulea völlig überein.

Mestomscheide: cf. Sesleria coerulea.

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden sind ziemlich gut ausgeprägt. Sie bestehen aus kleinen rundlichen, chlorophyllhaltigen Zellen. Bei den schwächeren Bündeln besitzen sämtliche Zellen der Scheide gleichartig verdickte Wände, bei stärkeren Bündeln dagegen (auch schon bei den sekundären) sind die Zellen der Scheide, welche den Gurtungen angrenzen, dickwandiger als die übrigen Scheidenzellen, in der Größe und Form jedoch von diesen nicht wesentlich verschieden, so daß man die Scheiden sowohl als offene, als auch als geschlossene bezeichnen kann. Ich ziehe hier die letztere Bezeichnung vor.

Mechanisches Gewebe: Besonders stark entwickelt und aus typischen Bastzellen gebildet sind die Gurtungen an den Blatträndern und die untere Gurtung der Mittelrippe (ähnlich wie bei S. c., Form calcarea). Die Gurtungen dagegen, welche sich den Gefäßbündeln der Lamina anschließen und mit ihnen (wie auch in der Mittelrippe) zu I-förmigen Trägern vereinigt sind, bestehen nur in den der Epidermis angrenzenden Teilen aus typischen Bastzellen, während sie weiter nach dem Blattinnern zu von dickwandigen Parenchymzellen gebildet werden.

Chlorophyllparenchym und farbloses Parenchym: Das parenchymatische Gewebe zeigt denselben Bau wie bei S. c., Form calcarea.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen, die sich zu beiden Seiten der Mittelrippe in je einer Gruppe finden, sind zwar nur wenig in radialer Richtung gestreckt, dennoch muß man sie ihrer blasenartigen Form und großen Dünnwandigkeit halber als typische Gelenkzellen ansehen.

Epidermis im Querschnitt: Die Zellen der Oberseite zeigen eine nur mäßige Verdickung ihrer Wände, während die Zellen der Unterseite eine sehr starke Verdickung der Außenwände aufweisen, trotzdem aber ein ziemlich großes Lumen besitzen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Da die Epidermis der Unterseite in allen ihren Teilen, mit Ausnahme der äußersten Randpartie einen gleichartigen Bau zeigt, ist eine Unterscheidung einzelner Streifen hier überflüssig. Es sind gleichartige gemischte Reihen vorhanden, in denen Langzellen mit gewellten Wänden mit rundlichen bis sattelförmigen Kurzzellen ziemlich regelmäßig abwechseln; zuweilen kommen zwei nierenförmige Kurzzellen zwischen zwei Langzellen vor; eine dieser Kurzzellen ist dann stets bedeutend kleiner als die andere grenzt mit ihrer größeren konvexen Querwand der kleineren konkaven Querwand der erstgenannten Kurzzelle an. Besonders häufig findet sich diese Anordnung in der Randregion und in der über der Mittelrippe befindlichen Partie. In unmittelbarer Nähe der Blatträndern treten an Stelle der Kurzzellen vielfach Randstachelhaare auf.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast werden aus gleichartigen gemischten Reihen gebildet, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und Baststachelhaare regelmäßig abwechseln, selten tritt an Stelle eines Stachelhaares eine rundliche Kurzzelle.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen ebenfalls aus gleichartigen Reihen, in denen schmale Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln. Hin und wieder tritt an Stelle einer Spaltöffnung eine viereckige, annähernd quadratische Kurzzelle auf.

3. Gelenkzellstreifen: Die Gelenkzellstreifen zeigen den gewöhnlichen Bau, fallen jedoch auch von der Fläche betrachtet ihrer Kleinheit wegen auf.

4. Randstreifen: siehe Epidermis der Oberseite.

Sesleria Budensis wurde früher zu Sesleria coerulea gestellt und ist erst in neuerer Zeit von Ascherson und Graebner als selbständige Art aufgestellt worden. Allerdings ist eine Abgrenzung auf Grund morphologischer Merkmale ziemlich schwierig; der oben beschriebene Bau der Epidermis aber lehrt unzweifelhaft, daß wir es hier mit einer selbständigen Art zu tun haben, die freilich S. coerulea sehr nahe steht.

4. Sesleria Heufleriana Schur.

Fundort: Siebenbürgen.

Gesamtform: In der Gesamtform schließt sich S. Heufleriana den bereits genannten Arten der Gattung an.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Hadrom und Leptom sind durch ein mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die diesem Bande angrenzenden Elemente des Gefäßteils zeichnen sich, ebenso wie die Elemente des Siebteils, durch ziemlich große Dickwandigkeit aus.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden werden aus gleichartigen Zellen gebildet, die eine noch weit stärkere Verdickung ihrer Innenwände zeigen, als die Scheidenzellen der vorher genannten Arten, so daß selbst bei sehr dünnen Schnitten die Höhlungen der Zellen nur als kleine dunkle Punkte zu erkennen sind.

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt; sie bestehen aus kleinen elliptischen, in tangentialer Richtung etwas gestreckten Zellen, die nur wenig Chlorophyll enthalten. Sämtliche Scheiden sind offen, da die Gurtungen, die hier von echten Bastelementen gebildet werden, sowohl oberhalb als unterhalb des zugehörigen Mestombündels sich unmittelbar der Mestomscheide anschließen. Eine Ausnahme macht nur das dem Blattrande zunächst liegende Bündel, welches eine geschlossene Parenchymscheide besitzt, da hier keine Gurtungen vorhanden sind.

Mechanisches Gewebe: Die Gurtungen an den Blatträndern und die untere Gurtung der Mittelrippe sind auch hier besonders stark entwickelt. Die obere Gurtung der Mittelrippe dagegen und die Gurtungen in der übrigen Lamina sind schwächer entwickelt. Die unteren Gurtungen sind in radialer Richtung meist mehr gestreckt als die oberen Gurtungen, sie sind bandartig und nur in der Nähe der Epidermis etwas verbreitert.

Chlorophyllparenchym: Das Chlorophyllparenchym zeigt im wesentlichen denselben Bau wie bei S. coerulea Form uliginosa; nur ist hier meist auch an der Unterseite ein mehr oder weniger deutliches einschichtiges Pallisadengewebe vorhanden, das jedoch niemals so typisch entwickelt ist, als das entsprechende Gewebe an der Oberseite.

Gelenkzellen: Zu beiden Seiten der Mittelrippe befindet sich je eine Gruppe von Gelenkzellen. Jede Gruppe wird aus 6—8 großen Zellen gebildet, die den pag. 6 geschilderten Bau besitzen.

Epidermis im Querschnitt: Die nicht sehr großen Epidermiszellen sind auf der Oberseite dünnwandig, während sie auf der Unterseite des Blattes eine sehr erhebliche Verstärkung ihrer Außenwände erfahren haben.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus gleichartigen gemischten Reihen, in denen auf eine Langzelle eine rundliche Kieselzelle folgt, der sich eine Korkkurzzelle von sehr wechselnder Form anschließt, dann folgt wieder eine Langzelle usf. Die Korkkurzzellen sind entweder im Querschnitt nierenförmig (konvexkonkav) oder sattelförmig (bikonkav) oder aber, was jedoch relativ selten eintritt, plankonkav. Die Langzellen besitzen rechteckige Formen, ihre Längswände sind sehr stark gewellt und ziemlich regelmäßig getüpfelt.

2. Streifen über Parenchym. Die Streifen über Parenchym bestehen aus Reihen, in denen Langzellen, die etwas dünnwandiger sind, als die über Bast befindlichen, aber im übrigen denselben Bau zeigen, mit Kurzzellen die rechteckige bis sattelförmige Gestalt besitzen, sehr unregelmäßig abwechseln. Sehr selten tritt an Stelle einer Kurzzelle eine Spaltöffnung auf. Die Langzellen sind in weit größerer Zahl vorhanden als die Kurzzellen.

3. Randstreifen: Die Streifen an den Blatträndern zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast, in der äußersten Randpartie jedoch treten an die Stelle der Kurzzellen Stachelhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die sehr schmalen Streifen über Bast werden von Reihen gebildet, in denen rechteckige bis lang-sechseckige Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus Reihen, in denen Langzellen von sechseckiger Gestalt mit glatten Wänden und Spaltöffnungen abwechseln. Ab und zu tritt an die Stelle einer Spaltöffnung eine rechteckige bis quadratische Kurzzelle, die zuweilen in ein Parenchymstachelhaar ausgewachsen ist.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Streifen an den Blatträndern zeigen, abgesehen von dem Fehlen der Korkkurzzellen, denselben Bau wie auf der Unterseite.

5. Sesleria filifolia Hoppe (Taf. II, Fig. 12 und 13).

Fundort: Kazanpaß (Kneucker Nr. 339).

Gesamtform: Die sehr langen, fadenförmigen Blätter besitzen je eine Gelenkzellengruppe zu jeder Seite der Mittelrippe. Der übrigen glatten Lamina fehlen die Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Die stärkeren Bündel zeigen meist mehrere Ringgefäße, die von einigen sehr dickwandigen Holzelementen flankiert werden. Desgleichen finden sich einige zerstreute dickwandige Holzzellen im unteren Teile des Hadroms. Das Leptom besteht aus relativ dickwandigen Zellen.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden (Fig. 12 msch), werden von sehr dickwandigen Zellen gebildet, die im oberen und unteren Teile der Scheide eine ziemlich gleich starke Verdickung ihrer Wandungen zeigen, während die seitlich gelegenen Zellen, welche die erstgenannten an Größe bedeutend übertreffen, eine stärkere Verdickung ihrer Innenwände aufweisen.

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden (Fig. 12 psch), die aus kleinen chlorophyllhaltigen, in tangentialer Richtung mehr oder weniger gestreckten Zellen gebildet werden, sind wohl in allen Fällen als geschlossene zu bezeichnen. Zwar haben die Zellen, welche den Gurtungen angrenzen, eine (besonders die unterhalb des Bündels befindlichen Zellen) bedeutende Verdickung ihrer Wandungen erfahren und sind auch frei von Chlorophyll, doch stimmen sie in der Größe mit den angrenzenden Scheidenzellen ziemlich überein und sind, wie diese parenchymatischer Natur (was auf Längsschnitten ersichtlich ist).

Mechanisches Gewebe: Wenn man von der Gurtung der Mittelrippe und den Gurtungen an den Blatträndern absieht, schließen sich die mechanischen Elemente den Parenchymscheiden der Gefäßbündel unmittelbar an. Während jedoch die unteren Gurtungen (Fig. 12 mg) eine bedeutende Streckung in radialer Richtung aufweisen, sind die oberen Gurtungen nur sehr kurz, sie bestehen im Querschnitt aus meist nur 2 Reihen in tangentialer Richtung. Infolge dieser Anordnung liegen die Gefäßbündel der Oberfläche des Blattes weit näher als die Unterseite. Im Bereich der primären und sekundären Bündel der Lamina sind stets beide Gurtungen vorhanden, die in Form I-förmiger Träger, deren Füllung durch das Mestombündel hergestellt wird, die Epidermis der Oberseite mit der der Unterseite verbinden. Im Bereich der tertiären Bündel fehlen entweder die mechanischen Elemente oder es ist nur die untere Gurtung mehr oder weniger entwickelt. In der Mittelrippe befindet sich unterhalb des Gefäßbündels eine Druckgurtung im Querschnitt von sichelförmiger Gestalt, sie grenzt, wie auch die kleinen Gurtungen an den Blatträndern, an das chlorophyllführende Parenchym.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe (Fig. 12 chp) besteht aus isometrischen, chlorophyllhaltigen Zellen, die in den der Epidermis angrenzenden Schichten vielfach eine radiale Streckung erfahren haben, doch ist eine deutliche Sonderung von Pallisadengeweben und Schwammparenchym nicht zu erkennen.

Gelenkzellen: Die zu beiden Seiten der Mittelrippe befindlichen Gelenkzellgruppen werden aus typischen, allerdings nur wenig radial gestreckten, kleinen Zellen gebildet.

Epidermis im Querschnitt: Die im Querschnitt rundlichen Epidermiszellen der Oberseite zeichnen sich durch große Dünnwandigkeit aus; zum größten Teil sind sie in Haare ausgewachsen. Die Epidermiszellen der Unterseite dagegen, welche schon durch ihre Größe und tangentiale Streckung sich von den Zellen der Oberseite unterscheiden, haben eine meist bedeutende Verdickung ihrer Außenwände erfahren. Die an Bastelemente grenzenden Zellen der Unterseite sind kleiner und zeigen eine allseitig gleich starke Verdickung ihrer Wandungen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast werden von gleichartigen Reihen gebildet, in denen auf eine Langzelle eine rundliche bis elliptische Kieselkurzzelle folgt, der sich eine rechteckige bis nierenförmige Korkkurzzelle anschließt, dann folgt wieder eine

Langzelle usf. Die Anordnung ist ziemlich regelmäßig. Die Langzellen und Korkzellen weisen stark wellige und getüpfelte Wände auf, die Kieselzellen dagegen sind glattwandig.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus Reihen, in denen Langzellen mit rechteckigen bis elliptischen, zuweilen auch sattelförmigen Kurzzellen abwechseln, die bedeutend breiter als lang sind. Die Wände erscheinen stark wellig gebogen und weisen eine sehr regelmäßige Tüpfelung auf. Spaltöffnungen sind nicht vorhanden. Die Anordnung der erwähnten Zellelemente ist eine sehr regelmäßige.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem Auftreten von Stachelhaaren zeigt der Randstreifen denselben Bau, wie der Streifen über Parenchym.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit nur schwach welligen Wänden und Borstenhaaren ziemlich regelmäßig ab. Hin und wieder tritt eine rundliche Kieselzelle an die Stelle eines Borstenhaares.

2. Streifen über Parenchym: Die Epidermisstreifen über Parenchym erhalten durch das Auftreten von Haarpapillen, die sehr regelmäßig angeordnet sind, ein charakteristisches Aussehen. Die Zellelemente einer Reihe sind in folgender Weise gruppiert: Auf eine sechseckige Langzelle (Fig. 13 b), deren Wände glatt oder nur schwach wellig erscheinen, folgt eine Spaltöffnung, ihr schließt sich eine Haarpapille (Fig. 13 hp) an, welche die Spaltöffnung teilweise überdeckt, dann folgt wieder eine Langzelle usf. Zuweilen ist zwischen zwei Langzellen einer Reihe die Spaltöffnung nicht entwickelt, sondern nur das Haar.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Der Randstreifen zeigt denselben Bau wie die Baststreifen der Oberseite.

Es soll nunmehr die Besprechung der zu Klasse 3a der Wiesengräser gehörigen Arten folgen, die sich durch die rinnige Vertiefung der Oberseite und das dadurch bedingte Zurücktreten der Mittelrippe, sowie durch das Überwiegen des Chlorophyllparenchyms über die mechanischen Elemente und die Dünnwandigkeit der meist großen Epidermiszellen auszeichnen.

6. Sesleria disticha Pers. = *Oreochloa disticha* Link (Taf. I, Fig. 11).

Fundort: Piz Umbrail, Lombardei (Kneucker Nr. 114).

Gesamtform: Die rinnig vertieften schmalen Blätter erscheinen infolge Einrollung fadenförmig. Am Grunde jeder Rinne zwischen je zwei Prismen befindet sich eine Gruppe kleiner Gelenkzellen.

Mestombündel: Von den fünf Gefäßbündeln, welche die Lamina besitzt, ist nur das der Mittelrippe primär entwickelt, während die übrigen vier Bündel meist tertiär, selten sekundär, entwickelt sind. Xylem und Phloem sind nicht durch dickwandige Parenchymzellen getrennt, wenn auch die Elemente des Xylems nach dem Phloem zu etwas an Dickwandigkeit zunehmen.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden bestehen aus gleichartigen Zellen, deren Innenwände eine stärkere Verdickung zeigen als die Außenwände.

Parenchymscheide: Die stets geschlossenen Parenchymscheiden bestehen aus kleinen chlorophyllhaltigen Zellen.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe ist in den Prismen kranzartig um die Gefäßbündel angeordnet, es besteht hier aus radial gestreckten Zellen, während es unterhalb der Rinnen aus isodiametrischen Zellen besteht, die zuweilen eine Streckung in der Querrichtung des Blattes erfahren haben.

Mechanisches Gewebe: Das mechanische Gewebe, das sich hier mit Ausnahme der Gurtungen an den Blatträndern nur an der Unterseite befindet, ist in Form von im Querschnitt halbkreisförmiger bis elliptischer Gurtungen ausgebildet, die sich unterhalb der Gefäßbündel befinden, von diesen jedoch durch mehrere Schichten von Assimilationsgewebe getrennt werden. Die Gurtung der Mittelrippe und die an jedem Blattrand befindliche Gurtung sind relativ stark entwickelt, in der übrigen Lamina jedoch sind die Gurtungen nur schwach ausgeprägt.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen, welche in je einer Gruppe in jeder Rinne sich finden, sind nur wenig in radialer Richtung gestreckt. Im übrigen zeigen sie jedoch den Bau typischer Gelenkzellen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermis der Oberseite besteht aus im Querschnitt rundlich erscheinenden, sehr dünnwandigen Zellen, die zum Teil zu Haaren entwickelt sind. Die Zellen der Unterseite

dagegen, die eine tangentiale Streckung erfahren haben, sind etwas dickwandiger und meist größer als die Zellen der Oberseite.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den über Bast befindlichen Reihen wechseln rechteckige Langzellen mit gewellten und getüpfelten Wänden und Kurzzellen von rechteckiger bis elliptischer Form, die stets breiter als lang sind, sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym finden wir dieselbe Anordnung, wie über Bast, nur sind hier zuweilen die Kurzzellen zu Parenchymstachelhaaren ausgewachsen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den vorher genannten Streifen nur durch das Auftreten kleiner Randstachelhaare am äußersten Blattrande.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Parenchym: An den Flanken der Prismen finden sich Reihen, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln. Nur selten tritt ein Parenchymstachelhaar an die Stelle einer Spaltöffnung. Die auf dem Scheitel der Prismen befindlichen Reihen dagegen zeigen annähernd denselben Bau wie die Reihen über Parenchym der Unterseite, nur treten hier an Stelle der Parenchymstachelhaare lange Borstenhaare. Die Wände der Langzellen sind jedoch etwas schwächer wellig.

2. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

7. Sesleria ovata Kerner = *Sesleria tenella* Host — *Psilathera tenella* Link (Taf. I, Fig. 10).

Fundort: Monte Sobretta bei Bormio in Oberitalien (Kneucker Nr. 113).

Gesamtform: Die kleinen, weichen, sehr leicht welkenden Blätter zeigen eine sehr stark rinnige Vertiefung ihrer Oberfläche. Die Bastgurtungen sind noch schwächer entwickelt als bei der vorher beschriebenen Art, jedoch in größerer Zahl vorhanden. Die Mittelrippe tritt nur wenig über das Niveau der übrigen Lamina hervor.

Mestombündel: Von den 7 Bündeln, welche die Lamina aufweist, sind das Bündel der Mittelrippe und das mittlere jeder Spreitenhälfte primär entwickelt. Die der Mittelrippe dagegen benachbarten Bündel sind sekundär, die dem Blattrande zunächst liegenden tertiär entwickelt.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden zeigen denselben Bau wie bei S. disticha.

Parenchymscheide: Die stets geschlossenen Parenchymscheiden werden von relativ großen, farblosen, tangential gestreckten Zellen gebildet.

Mechanisches Gewebe: Die Bastgurtungen sind ebenso gebaut wie bei Oreochloa disticha. Die am Grunde der Prismen befindlichen Bastelemente sind von den darüber liegenden Bündeln durch mehrere Lagen chlorophyllhaltenden Parenchyms getrennt, die in den Rinnen befindlichen dagegen grenzen meist den Gelenkzellen direkt an oder sind doch nur durch einen schmalen Streifen Chlorophyllparenchyms von ihnen getrennt.

Chlorophyllparenchym: Das chlorophyllhaltende Parenchym besteht aus isodiametrischen Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym hat nicht stattgefunden.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen sind zwar nur klein aber doch als echte Gelenkzellen erkennbar. Sie liegen in Gruppen von 4—6 am Grunde der sehr tiefen Rinnen.

Epidermis im Querschnitt: Mit Ausnahme der Epidermiszellen, welche sich den Bastgurtungen anschließen, sind die Zellen der Oberhaut relativ groß und dünnwandig. Besonders die auf der Oberseite befindlichen Zellen, die etwas blasig nach außen vorgewölbt sind, zeichnen sich durch große Dünnwandigkeit aus.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite besteht aus gleichartigen, meist sechseckigen Langzellen, deren glatte Wände nur sehr wenig Tüpfel aufweisen. Sehr zerstreut treten auch Kurzzellen von rechteckiger bis quadratischer Form auf.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: In den Reihen der Oberhaut, die den Scheitel der Prismen einnehmen, wechseln Langzellen von sechseckiger Gestalt mit glatten oder doch nur schwach welligen Wänden und elliptische bis rundliche Kurzzellen, die zu Parenchymstachelhaaren oder Borstenhaaren ausgewachsen sind, ziemlich regelmäßig ab. An den Flanken der Prismen dagegen finden wir Reihen, die nur

aus Langzellen gebildet werden und solche, in denen Langzellen und Spaltöffnungen sehr regelmäßig wechseln. Am Grunde der Rinnen schließlich befinden sich die bereits erwähnten relativ kleinen Gelenkzellen, die von der Fläche betrachtet das pag. 7 geschilderte Aussehen haben.

Wie aus den vorstehenden Zeilen ersichtlich ist, weisen die beiden letztgenannten Arten gegenüber den vorhergehenden im anatomischen Bau der Blattorgane recht bedeutende Unterschiede auf; die morphologischen Differenzen gegenüber den echten Sesleriaarten dagegen sind bei Sesleria tenella Host = Psilathera tenella Link zu gering, als daß sie zur Aufstellung einer besonderen Gattung ausreichten. Ich halte es daher für richtiger Sesleria tenella einer besonderen Sektion, der man gegenüber den eigentlichen Sesleriaarten (Eusesleria) vielleicht den Namen Pseudosesleria geben könnte, unterzuordnen.

Obgleich nun Oreochloa disticha Link mit Sesleria tenella im anatomischen Bau der Laubblätter viel Gemeinsames hat, so sind die morphologischen Unterschiede gegenüber der Gattung Sesleria — nämlich die Zweizeiligkeit der Ähre und das Fehlen des Tragblattes — doch so groß, daß sie zur Aufstellung einer besonderen Gattung völlig genügen.[1]

Tabellarische Übersicht der Seslerieae.

I. Sesleria.

Gräser mit glatten oder rinnig vertieften Blattoberflächen, mit meist deutlich hervortretender Mittelrippe. Die Bastelemente sind im ganzen nur mäßig entwickelt, infolgedessen herrscht das chlorophyllführende Parenchym vor. Die meist chlorophyllführenden, selten farblosen Parenchymscheiden sind wenig ausgeprägt. Das hypodermale Wassergewebe fehlt, dagegen tritt zuweilen im Innern des Blattes farbloses Parenchym auf. Das Assimilationsgewebe läßt meist eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Die Epidermiszellen besitzen glatte oder gewellte Wände. Die Trichomentwicklung ist meist nur gering.

1. Sektion Eusesleria: Die Mittelrippe, welche nur ein Gefäßbündel besitzt, tritt scharf hervor, rechts und links von derselben finden sich Gelenkzellen, während der übrigen glatten Lamina die Gelenkzellen fehlen. Mit Ausnahme der Randgurtungen finden sich mechanische Elemente stets nur oberhalb und unterhalb der Mestombündel.

A. Das mechanische Gewebe wird zum Teil aus echten Bastelementen, zum Teil aus dickwandigen Parenchymzellen gebildet. Das Assimilationsgewebe zeigt eine sehr deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym. Die Mittelrippe tritt stark hervor. Die Trichomentwicklung ist nur gering. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen nur mäßig stark verdickte Innenwände.

1. Die Parenchymscheiden sind nur sehr wenig ausgeprägt. Die Gelenkzellen weisen eine beträchtliche Größe auf. Hadrom und Leptom der primären Bündel nicht immer durch dickwandige Parenchymzellen getrennt. Die Epidermis der Unterseite läßt verschieden gebaute Streifen unterscheiden. Die Außenwände sämtlicher Epidermiszellen sind dünn oder doch nur mäßig entwickelt.

a) Die mechanischen Elemente sind nur gering entwickelt, die Epidermiszellen sind dünnwandig. Die innersten Schichten des Schwammparenchyms selten farblos . . . . . Sesl. coerulea Ard., Form uliginosa Opitz.

b) Die mechanischen Elemente sind besonders in der Mittelrippe und am Blattrande stärker entwickelt. Die Epidermiszellen sind etwas dick-

[1] cf. Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, II. Teil 2. Abteilung pag. 65.

wandiger. Die innersten Schichten des Schwammparenchyms sind farblos. Die Zahl der Träger ist größer als bei a . . . . . Sesl. coerulea Ard., Form calcarea Opitz.

2. Die Parenchymscheiden sind ziemlich gut ausgeprägt. Die Gelenkzellen sind nur klein. Die Epidermiszellen der Unterseite mit stark verdickten Außenwänden. Die Epidermis der Unterseite (mit Ausnahme der äußersten Randpartie) gleichartig gebaut . . . . . Sesleria Budensis Asch u. Erb.

B. Das mechanische Gewebe nur von echten Bastelementen gebildet. Assimilationsgewebe deutlich in Pallisadengewebe und Schwammparenchym gesondert. Trichomentwicklung nur gering. Die Mittelrippe tritt scharf hervor. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen außerordentlich stark verdickte Innenwände Sesleria Heufleriana Schur.

C. Das mechanische Gewebe wird von echten Bastelementen gebildet. Das Assimilationsgewebe läßt keine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Die Zellen der Mestomscheiden zeigen oberhalb und unterhalb der Mestombündel allseitig gleich starke Wände, an den Seiten dagegen sind die Innenwände der Zellen weit stärker verdickt als die Außenwände. Auf der Oberseite reiche Trichombildung in sehr regelmäßiger Anordnung. Die Mittelrippe tritt weniger deutlich hervor . . . . . Sesleria filifolia Hoppe.

2. Sektion Pseudosesleria: Die Mittelrippe tritt zurück, dafür ist rinnige Vertiefung der Blattoberfläche eingetreten. Am Grunde jeder Rinne zwischen je zwei Prismen findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen. Die Epidermiszellen sind meist mit großen Lumen und dünnen Wänden versehen. Bastgurtungen auch unterhalb der Gelenkzellen, dagegen fehlen die mechanischen Elemente oberhalb der Gefäßbündel Sesleria tenella Host.

II. Oreochloa.

Im anatomischen Bau der Laubblätter unterscheidet sich diese Gattung von der letztgenannten Sektion wesentlich nur durch das Fehlen der Gurtungen unterhalb der Gelenkzellen . . . . . Oreochloa disticha Link.

C. Arundineae.

Sämtliche untersuchten Gattungen und Arten dieser Tribus gehören zur Klasse 3 der Wiesengräser.[1] Sie zeichnen sich durch den Besitz sehr langer und breiter Blätter aus, deren Oberflächen eine mehr oder weniger stark rinnige Vertiefung aufweisen. Am Grunde jeder Rinne befindet sich eine Gruppe von Gelenkzellen, deren Größe bei den einzelnen Arten verschieden ist. Die Bastelemente sind stets reichlich vorhanden, das Assimilationsgewebe und das hypodermale Wassergewebe dagegen zeigt je nach der Art einen verschiedenen Entwicklungsgrad. Die meist farblosen Parenchymscheiden sind gut ausgebildet.

[1] Güntz (X pag. 59) stellt merkwürdigerweise Arundo Donax und Arundo Phragmites in die vierte Klasse der Savernengräser, die — neben anderen Merkmalen — durch die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden charakterisiert ist. Während er pag. 37 selbst sagt, daß Arundo Phragmites eine farblose Scheide besitzt. Ich habe sowohl bei Arundo Donax als auch bei einer Varietät von Arundo Phragmites farblose Parenchymscheiden vorgefunden. (Vergleiche über Arundo Donax auch II. Taf. XII Fig. 1.)

I. Gynerium.

Gynerium saccharoides Humb. et Bonpl. (Taf. II, Fig. 14—16).

Fundort: Martinique (legit. Sieber).

Gesamtform: Die schwach rinnig vertieften Blätter zeichnen sich, abgesehen von der starken Entwicklung des mechanischen Gewebes, durch das Auftreten reichlichen hypodermalen Wassergewebes aus. Die Mittelrippe tritt zwar nur wenig hervor, fällt aber durch ihren eigentümlichen Bau, der von der Struktur der übrigen Lamina wesentlich verschieden ist, auf.

Die Mittelrippe besitzt im Querschnitt die Form einer mit der konkaven Seite nach oben gekehrten Sichel. Das mechanische Gewebe derselben ist in der Gestalt subepidermaler Träger ausgebildet und zwar finden wir hier eine Kombination des zweiten und dritten der von Schwendener[1] aufgestellten Typen, nämlich: Subepidermale (zum Teil) mit Mestom verbundene Träger auf der Druckseite, kombiniert mit mestomfreien Basträndern auf der Zugseite einerseits und einfache oder zusammengesetzte I-förmige Träger, obere und untere Blattseite miteinander verbindend, andererseits.

Es soll nun auf den Bau und die Anordnung der erwähnten Elemente näher eingegangen werden.

Die I-förmigen Träger, welche die beiden Blattseiten miteinander verbinden, bestehen zum größten Teil aus typischen Bastelementen, zum weit geringeren Teil aus dickwandigen Parenchymzellen. In den Verlauf dieser Träger sind in der mittleren Region der Mittelrippe zwei Mestombündel, die ihrerseits wiederum durch Bastelemente verbunden sind, eingeschaltet, während mehr nach den Seiten zu der Gurtungsverband nur durch ein Gefäßbündel vermittelt wird. Zwischen je zwei dieser großen Träger finden wir eine Anzahl kleinerer Träger an der Blattunterseite die frei im Parenchym endigen. Ein Teil derselben ist mit einem Mestombündel verbunden, ein anderer Teil besteht nur aus Bastelementen. Sämtliche Träger (mit Einschluß der zuerst erwähnten) sind nun in der Weise angeordnet, daß stets ein mestomfreier mit einem mestomführenden Träger regelmäßig abwechselt. Die Ausrüstung der Unterseite mit eng nebeneinander stehenden Trägern bedeutet eine wirksame Erhöhung der Druckfestigkeit, die ja für die langen Blätter vorwiegend in Betracht kommt. Den kleineren Trägern gegenüber findet sich auf der Blattoberseite zwischen je zwei der größeren Träger eine kleine mestomfreie Gurtung, die jedoch häufig mit den benachbarten Gurtungen der großen Träger zu einem sich an der Oberfläche hinziehenden Bastbande verschmolzen ist. Der von Bastelementen freie Raum im Innern der Mittelrippe wird zum größten Teil von isodiametrischen, farblosen Parenchymzellen (Fig. 14 fp) in Anspruch genommen, während das Assimilationsgewebe auf schmale Streifen, welche sich zwischen den Gurtungen der Unterseite hinziehen, beschränkt ist. Bei völlig ausgewachsenen Blättern sind die innersten Zellschichten des farblosen Parenchyms resorbiert, so daß zwischen je zwei großen Trägern ein Hohlraum (Fig. 14 h) entstanden ist.

Wenden wir uns nun zur Besprechung der übrigen Lamina.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3—4. Hadrom und Leptom ist, auch bei den schwächeren Bündeln, durch ein oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide: Sämtliche Bündel sind von einer, aus sehr dickwandigen, allseitig gleichen Zellen gebildeten Scheide umschlossen.

Parenchymscheiden: Die Parenchymscheiden werden aus großen, farblosen Zellen gebildet, deren Wände relativ stark verdickt erscheinen. Die Scheiden der primären Bündel sind stets zweiseitig von Bastelementen durchbrochen, während die schwächeren Bündel stets geschlossene Scheiden aufweisen.

Mechanisches Gewebe: Oberhalb und unterhalb eines jeden Gefäßbündels finden sich Gurtungen, die aus typischen Bastelementen gebildet werden und mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden sind. In der Mitte zwischen je zwei dieser Träger nimmt an der Epidermis der Unterseite ein kleiner mestomfreier Träger seinen Ursprung, der sich bis zu dem später zu besprechenden hypodermalen Wassergewebe erstreckt. Abgesehen von den sehr mächtig entwickelten Randgurtungen finden sich noch in

[1] cf. II pag. 78 u. 79.

der Region der Gelenkzellen typische Bastelemente und zwar tritt jederseits von einer Gelenkzellengruppe eine radiale Reihe von Bastzellen auf, die sich mehr oder weniger tief in das Blattinnere erstreckt.

Gelenkzellen und hypodermales Wassergewebe: Zwischen je zwei Gefäßbündeln findet sich eine Gruppe kleiner aber typischer Gelenkzellen (Fig. 14 gl) der sich ein aus großen farblosen Parenchymzellen gebildetes hypodermales Wassergewebe (Fig. 14 wg) anschließt, das sich bis zu der oben erwähnten mestomfreien Gurtung der Unterseite hinzieht.

Chlorophyllparenchym: Das aus kleinen, isodiametrischen Zellen gebildete Assimilationsgewebe (Fig. 14 chp) ist in Streifen angeordnet, die sich von der Epidermis der Oberseite bis zu der Unterseite erstrecken und einerseits von einem mestomführenden Träger, andererseits von dem soeben erwähnten farblosen Gewebe begrenzt werden. Eine Differenzierung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten.

Epidermis im Querschnitt: Sämtliche Epidermiszellen besitzen sehr stark verdickte Außenwände. Die Zellhöhlungen sind, je nachdem sich die Zellen über Bast oder über Parenchym befinden, von verschiedener Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über den Gefäßbündeln werden aus gemischten Reihen gebildet, in denen Langzellen mit Sattelzellen, denen sich häufig eine sichelförmige oder elliptische Korkkurzzelle anschließt, sehr unregelmäßig abwechseln. Die rechteckigen Langzellen und die Korkkurzzellen besitzen gewellte und getüpfelte Wände, während die Wandungen der Sattelzellen glatt sind. In den mittleren Reihen herrschen die Kurzzellen vor, während in den an die Streifen über Parenchym angrenzenden Reihen die Langzellen bei weitem überwiegen.

Über den Bastelementen, welche die Gelenkzellen flankieren, finden sich je eine Reihe von Epidermiszellen, in denen Langzellen mit kurzspitzigen Stachelhärchen abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln kürzere Langzellen mit gewellten Wänden und Spaltöffnungen ziemlich regelmäßig ab, doch tritt öfters an Stelle einer Spaltöffnung eine rechteckige Kurzzelle auf, die stets breiter als lang ist.

3. Randstreifen: Die Streifen an den Blatträndern zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Am äußersten Blattrande finden wir an Stelle einfacher Stachelhaare „Hautstacheln“ (Fig 16), die allerdings in der Form den Randstachelhaaren nahe stehen, dagegen sich von ihnen dadurch wesentlich unterscheiden, daß sie Zellkörper darstellen, an deren Bildung eine recht ansehnliche Zahl von Epidermiszellen beteiligt ist (siehe Figur 16).

4. Gelenkzellstreifen: Die Gelenkzellen haben, von der Fläche betrachtet, das Aussehen, wie es pag. 7 geschildert worden ist. Zwischen ihnen zerstreut treten zweizellige Winkelhaare auf, deren untere Zelle lang zylindrisch ist, während die Endzelle eiförmige Gestalt besitzt.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellstreifen und der Reihe von Epidermiszellen, welche sich jederseits den Gelenkzellstreifen anschließt, zeigt die Epidermis der Unterseite denselben Bau wie die Oberseite, doch sind die einzelnen Zellelemente hier regelmäßiger angeordnet.

II. Arundo.

Arundo Donax L. (Taf. III, Fig. 17 u. 18).

Fundort: Gardasee (Kneucker 122).

Gesamtform: Die sehr breiten und langen Blätter besitzen eine schwach rinnig vertiefte Oberfläche. Am Grunde jeder Rinne befindet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Die Mittelrippe ist nur sehr wenig ausgeprägt. Die farblosen Parenchymscheiden sind sehr gut ausgebildet.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären Bündel zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 4—5. Sowohl die Elemente des Hadroms sowie die des Leptoms zeichnen sich durch große Dickwandigkeit aus, nur der unterste Teil des Leptoms ist etwas dünnwandiger. Stets sind Xylen und Phloem durch ein oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Gefäße zeichnen sich durch recht bedeutende Größe aus.

Mestomscheide: Im Bereich des Hadroms bestehen die Mestomscheiden aus großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen, während das Leptom von einem mehrschichtigen Kranz kleiner dickwandiger Zellen umschlossen wird.

Parenchymscheide: Die aus relativ dickwandigen, sehr großen, farblosen Zellen gebildeten Parenchymscheiden (Fig. 17 psch) sind stets geschlossen und oft, besonders bei den schwächeren Bündeln, sowohl oberhalb als unterhalb der Bündel durch farbloses Parenchym verstärkt, dessen Zellen mit denen der Scheide völlig übereinstimmen.

Mechanisches Gewebe: Die Bastelemente (Fig. 17 mg) sind zum größten Teil mit den Mestombündeln und deren Scheiden zu I-förmigen Trägern verbunden. Je nach dem Grad der Ausbildung der Gefäßbündelstränge ist die Entwicklung der Bastelemente eine verschieden starke. Während die primären Bündel, besonders das der Mittelrippe, mit sehr gut entwickelten Gurtungen in Verbindung stehen, finden wir oberhalb und unterhalb der schwächeren Bündel nur kleine Gurtungen. Das mechanische Gewebe ein und desselben Trägers zeigt oberhalb und unterhalb des zugehörigen Fibrovasalstranges ziemlich denselben Grad der Ausbildung. Sämtliche Gurtungen werden aus dickwandigen, lückenlos verbundenen Zellen gebildet. Abgesehen von den mit Mestom verbundenen Bastelementen und den mestomfreien sehr starken Randgurtungen, finden wir auf der Oberseite rechts und links von jeder Gelenkzellengruppe und letzteren gegenüber auf der Unterseite je eine kleine Bastgruppe die im Querschnitt aus nur 2—4 Zellen gebildet wird.

Gelenkzellen und hypodermales Wassergewebe: Zwischen je zwei Gefäßbündeln findet sich auf der Oberseite eine im Querschnitt aus 3—4 Zellen bestehende Gruppe ziemlich großer Gelenkzellen (Fig. 17 gl), deren Außenwände eine stärkere Verdickung erfahren haben als die Seitenwände. Die neben der Mittelrippe befindlichen Gelenkzellen zeichnen sich durch nur sehr geringe Streckung in radialer Richtung gegenüber der übrigen Lamina aus. Wie schon pag. 6 erwähnt wurde, sind die Höhlungen der Gelenkzellen mit homogenen Kieselkörpern ausgegossen, die auf Zusatz von Flußsäure vom Rande her abschmelzen. Das hypodermale Wassergewebe (Fig. 17 mg) schließt sich den Gelenkzellen in radialer Richtung an. Es besteht aus großen farblosen relativ dickwandigen Zellen. In bezug auf seine Ausdehnung scheint das Wassergewebe in einem Abhängigkeitsverhältnis zu den Gelenkzellen zu stehen, sind letztere klein, so erstreckt sich das angrenzende Wassergewebe tief in das Innere des Blattes hinein, während es bei großen Gelenkzellen nur eine geringe Ausdehnung in radialer Richtung aufweist.

Chlorophyllparenchym: Das chlorophyllhaltende Parenchym füllt die Räume zwischen den Trägern, soweit dieselben nicht vom Wassergewebe in Anspruch genommen werden, gleichmäßig aus. Es besteht aus isodiametrischen, nur locker verbundenen Zellen. Eine Sonderung im Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten.

Epidermis im Querschnitt: Die nur kleinen Epidermiszellen besitzen stark verdickte Wandungen, so daß das Lumen auf einen engen Spalt reduziert erscheint.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus reinen Langzellreihen und gemischten Reihen, in denen Langzellen (Fig. 18 l), die jedoch weniger gestreckt sind als die der Langzellreihen, mit Hantelzellen (Fig. 18 hz) ziemlich regelmäßig abwechseln. Die Wände der Langzellen sind stark wellig verbogen und unregelmäßig getüpfelt, während die Hantelzellen annähernd glatte Wände besitzen. Zuweilen treten Baststachelhaare an die Stelle der Hantelzellen. Die beiden genannten Arten von Reihen alternieren ziemlich regelmäßig miteinander.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus gemischten Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden mit Spaltöffnungen oder rechteckigen Kurzzellen, die stets breiter als lang sind, abwechseln.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem häufigeren Vorkommen von Stachelhaaren an Stelle der Hantelzellen, zeigen die Randstreifen denselben Bau wie die über Bast befindlichen Epidermisstreifen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Oberseite zeigt, abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellgruppen, im wesentlichen denselben Bau wie die Unterseite, doch muß erwähnt werden, daß wir auch hier, ähnlich wie bei Gynerium saccharoides, oberhalb der die Gelenkzellgruppen flankierenden Bastzellen je eine Reihe von Epidermiszellen vorfinden, die Langzellen und kurzspitzige Baststachelhaare in regel-

mäßiger Alternation aufweist. Schließlich wäre noch zu bemerken, daß in den Streifen über Bast häufiger Baststachelhaare an Stelle der Hantelzellen vorgefunden werden.

III. Phragmites.

1. Phragmites communis var. = *Arundo occidentalis* Sieb.[1]

Fundort: Martinique (legit Sieber).

Gesamtform: Die sehr langen, breiten Blätter zeigen eine schwach rinnige Vertiefung sowohl der Ober- wie der Unterseite. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe großer Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor. Die Bastelemente sind mäßig entwickelt, dagegen ist das chlorophyllhaltende Gewebe von ziemlicher Mächtigkeit. Die stets farblosen Parenchymscheiden sind deutlich ausgeprägt. Hypodermales Wassergewebe fehlt gänzlich.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3. Hadrom und Leptom sind durch ein zuweilen mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Beide Teile des Bündels bestehen aus großlumigen Elementen.

Mestomscheide: Die allseitig sehr stark verdickten Zellen der Mestomscheiden der primären Bündel weisen in den seitlichen Scheidenteilen meist eine bedeutendere Größe auf als in den Partieen, welche den Gurtungen benachbart sind. Die Scheiden der schwächeren Bündel dagegen bestehen aus Zellen, deren Wände weniger stark verdickt sind. Sehr häufig besitzen die schwächeren Bündel, speziell die tertiär entwickelten, nur sehr unvollkommene Scheiden, indem nur das Leptom (zuweilen auch dieses nur im untersten Teile) von einer Scheide dickwandiger Zellen begrenzt wird, während das Hadrom sich direkt der Parenchymscheide anlegt.[2]

Parenchymscheide: Die aus großen farblosen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen gebildeten Parenchymscheiden sind wohl in allen Fällen als geschlossene zu bezeichnen, wenn auch oft die den Gurtungen angrenzenden Zellen der den stärkeren Bündeln zugehörigen Scheiden sich sowohl durch ihre etwas geringere Größe als auch durch ihre Dickwandigkeit von den übrigen Scheidenzellen unterscheiden. Übrigens zeichnen sich auch die anderen Zellen der Parenchymscheide durch relativ große Dickwandigkeit aus.

Mechanisches Gewebe: Mit Ausnahme der ziemlich stark entwickelten Randgurtungen sind die mechanischen Elemente sämtlich mit Mestom zu I-förmigen Trägern verbunden, die, je nach der Stärke des zugehörigen Fibrovasalstranges, einen verschiedenen Grad der Ausbildung aufweisen. Sämtliche Gurtungen bestehen aus großen dickwandigen Zellen, die fast lückenlos zusammenschließen.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe füllt die Räume zwischen den Trägern gleichmäßig aus. Es besteht aus relativ kleinen isodiametrischen Zellen und weist nur kleine Intercellularen auf. Eine Differenzierung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen finden sich in Gruppen zu meist 5 am Grunde der Rinnen zwischen den Trägern. Die mittleren Zellen überragen die seitlichen bedeutend an Größe. Die Höhlungen der Gelenkzellen sind auch hier vielfach mit homogenen Kieselkörpern ausgegossen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen der Oberseite sind größer und weisen auch eine stärkere Verdickung ihrer Außenwände auf als die Zellen der Unterseite, doch sind auch die Außenwände der letzteren ziemlich stark verdickt.

Epidermis von der Fläche gesehen: Von der Fläche betrachtet, stimmt die Epidermis der Oberseite abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen, die den pag. 7 beschriebenen Bau zeigen, mit der Unterseite völlig überein.

[1] Nach schriftlicher Mitteilung des Herrn Prof. Ed. Hackel.

[2] cf. XII. Schwendener zählt in der betreffenden Abhandlung eine Reihe von Gräsern auf, die eben dieselben Verhältnisse in bezug auf die Mestomscheide aufweisen. Er betont aber unter anderem, daß Phragmites communis stets nur geschlossene Mestomscheiden besitzt. Ich habe sowohl bei der genannten Varietät als auch bei der typischen Phragmites communis unvollkommene Scheiden gefunden.

1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen, in denen auf eine Langzelle eine Sattelzelle folgt, der sich eine Kurzzelle von wechselnder Form anschließt, ziemlich regelmäßig ab. Ab und zu tritt ein Baststachelhaar an die Stelle einer Sattelzelle. Die rechteckigen Langzellen und die Korkkurzzellen, welche rechteckige oder elliptische Form besitzen und stets breiter als lang sind, zeigen eine ziemlich starke Wellung der Längswände und eine sehr regelmäßige Tüpfelung; die Sattelzellen dagegen sind glattwandig und meist ungetüpfelt.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Reihen, in denen auf eine Langzelle stets eine Spaltöffnung folgt, mit Reihen, die Langzellen und Kurzzellen enthalten, regelmäßig ab. In den letztgenannten Reihen folgt auf eine Langzelle entweder eine rechteckige Kurzzelle, der alsdann sich wieder eine Langzelle anschließt, oder es folgt einer Langzelle eine rundliche Kieselzelle, der sich eine sichelförmige Korkkurzzelle anschließt. Die Langzellen zwischen den Spaltöffnungen sind jedoch stets kürzer als die zwischen Kurzzellen befindlichen. Die Längswände — teilweise auch die Querwände — weisen eine ziemlich starke Wellung und deutliche Tüpfelung auf.

3. Randstreifen: Wenn man von dem häufigeren Vorkommen von Baststachelhaaren und dem Auftreten sehr starker Randstachelhaare absieht, zeigen die Randstreifen denselben Bau wie die über Bast befindlichen Partieen der Epidermis.

2. Phragmites communis L. *typica.*

Fundort: Baden (Kneucker Nr. 342).

Ph. communis stimmt mit der erstgenannten Varietät, die von Sieber als selbständige Art (Arundo occidentalis) beschrieben wurde, im anatomischen Bau der Blattorgane völlig überein, da die morphologischen Unterschiede auch nur äußerst gering sind, ist die Ansicht Hackels, der die beiden Arten vereinigt, wohl berechtigt.

IV. Ampelodesmos.

Ampelodesmos tenax Link (Taf. III, Fig. 19—22).

Fundort: Algier.

Gesamtform: Die großen lederartigen Blätter besitzen sehr stark rinnig vertiefte Oberseiten, doch fehlen die Gelenkzellen gänzlich.[1] Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor. Die mechanischen Elemente sind sehr reichlich vorhanden. An der Blattunterseite zieht sich ein mehrschichtiges, sehr starkes Bastband hin, während jedes Prisma mit einem mit Mestom verbundenen I-förmigen Träger ausgerüstet ist. Sämtliche Träger stehen durch das eben erwähnte Bastband an der Unterseite in Zusammenhang (Fig. 19). Infolge der starken Entwicklung der mechanischen Elemente ist das Assimilationsgewebe auf einen relativ kleinen Raum beschränkt. Hypodermales Wassergewebe fehlt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 2 : 3. Holz- und Siebteil sind, wenigstens bei den primären Bündeln, durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Das Hadrom, welches die Hauptmasse eines jeden Fibrovasalstranges ausmacht, besteht aus sehr großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen, während der nur wenig ausgedehnte, im Querschnitt halbkreisförmig erscheinende Siebteil aus kleinen zartwandigen Elementen gebildet wird.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden bestehen in dem das Hadrom umschließenden Teile aus relativ dünnwandigen Zellen, während sie in der Umgebung des Leptoms aus dickwandigen Zellen gebildet werden.

Parenchymscheide: Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden, welche unterhalb des Bündels stets, oberhalb desselben zuweilen durchbrochen sind, setzen sich aus dünnwandigen, isodiametrischen, selten in tangentialer Richtung gestreckten Zellen zusammen, die nur wenig Chlorophyll enthalten.

Mechanisches Gewebe: Der oben bereits angegebenen Beschreibung dieses Gewebes ist noch folgendes hinzuzufügen: Die nach dem Gefäßbündel zu keilförmig verschmälerten oberen Gurtungen der

[1] cf. Duval-Jouve III.

Träger, die den Kopf der Prismen bilden, entsenden nach den Seiten meist zweischichtige Streifen, die sich am Scheitel und teilweise auch an den Flanken der Prismen ausbreiten. Die unteren Gurtungen dagegen, die mit dem Bastbande an der Unterseite unmittelbar in Verbindung stehen, sind breit und nur wenig in der Richtung senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt. Die keilförmigen Randgurtungen sind ziemlich mäßig entwickelt. Das mechanische Gewebe besteht durchweg aus dickwandigen lückenlos verbundenen Zellen.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe läßt eine, wenn auch nur undeutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Ersteres besteht aus radial gestreckten, fast lückenlos verbundenen Zellen, die sich in einer einschichtigen Lage an den Flanken der Prismen und am Grunde der Rinnen hinziehen. Das sich ihnen anschließende Schwammparenchym dagegen besteht aus isodiametrischen, relativ großen Zellen.

Epidermis im Querschnitt: Die nur kleinen Epidermiszellen zeigen eine ziemlich starke Verdickung ihrer Wandungen. Auf dem Prismenscheitel sind sie vielfach zu Stachelhaaren ausgewachsen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 21): Mit Ausnahme der äußersten Randregionen besteht die Epidermis der Unterseite aus völlig gleichartigen Reihen, in denen auf eine rechteckige Langzelle (l) stets eine rundliche bis quadratische Korkkurzzelle (ko) folgt, der sich eine sichel- oder nierenförmige Kieselzelle (ki) anschließt. Die Längswände der Zellen sind stark gewellt und sehr regelmäßig getüpfelt. Die Kieselzellen zeichnen sich durch große Dickwandigkeit aus, während die Querwände der rundlichen Kurzzellen nur dünn erscheinen. Die Anordnung der genannten Zellelemente ist eine äußerst regelmäßige. Am Blattrande treten sehr große Randstachelhaare zu den erwähnten Zellen hinzu.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen (Fig. 20): 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus gleichartigen Reihen, in denen auf eine Langzelle eine elliptische bis nierenförmige Kurzzelle folgt, der sich ein Baststachelhaar (bst) von ziemlicher Mächtigkeit anschließt, dann folgt wieder eine Langzelle usf. Die Längswände der Langzellen sind stark wellig verbogen und sehr regelmäßig mit schief aufsteigenden Tüpfeln versehen. Die Anordnung der genannten Zellelemente ist eine sehr regelmäßige.

2. Streifen über Parenchym: Die breiten Epidermisstreifen über Parenchym, welche sich von einem Prismenscheitel bis zu dem nächstfolgenden erstrecken, bestehen an den Böschungen der Prismen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden und Spaltöffnungen sehr regelmäßig alternieren, am Grunde der Rinnen dagegen finden sich reine Zellreihen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Auftreten der schon erwähnten Randstachelhaare, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Tabellarische Übersicht der Arundineae.[1])

A. Mit hypodermalem Wassergewebe. Rechts und links von jeder Gelenkzellgruppe finden sich Bastelemente.

1. Die farblosen Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Die Mittelrippe zeigt einen wesentlich anderen Bau als die übrige Lamina. Die Bastelemente sind reichlich entwickelt, doch fehlt der Unterseite ein kontinuierliches Bastband. Die Mestomscheiden sind stets geschlossen. Das Chlorophyllparenchym ist nur spärlich entwickelt. Die Gelenkzellen sind typisch ausgebildet . . . . . Gynerium saccharoides Humb. et Bonpl.

2. Die farblosen Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Die Mittelrippe zeigt denselben Bau wie die übrige Lamina. Die Bastelemente sind weniger reich entwickelt, ein kontinuierliches Bastband an der Unterseite fehlt. Die Mestomscheiden sind stets geschlossen. Chlorophyllparenchym

[1] cf. pag. 22.

ist ziemlich reichlich vorhanden. Die Gelenkzellen sind typisch entwickelt . . . . . Arundo tenax Link.

B. Ohne hypodermales Wassergewebe. Rechts und links von jeder Gelenkzellengruppe keine Bastelemente.

1. Die farblosen Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Die Mittelrippe weist denselben Bau auf wie die übrige Lamina. Die Bastelemente sind weniger reichlich entwickelt, ein kontinuierlicher Bastband an der Unterseite fehlt, dagegen ist das Chlorophyllparenchym gut entwickelt. Die Mestomscheiden sind bei den schwächeren Bündeln offen. Die Gelenkzellen sind typisch ausgebildet . . . . . Phragmites communis Trinius.

2. Die chlorophyllführenden Parenchymscheiden sind wenig ausgeprägt. Die Mittelrippe weist denselben Bau auf wie die übrige Lamina. Die Bastelemente sind sehr reichlich vorhanden, an der Unterseite zieht sich ein mehrschichtiges kontinuierliches Bastband hin. Das Chlorophyllparenchym ist nur schwach entwickelt. Die Mestomscheiden sind stets geschlossen. Keine (typischen) Gelenkzellen . . . . . Ampelodesmos tenax Link.

Wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist, weisen die genannten Gattungen und Arten dieser Tribus, die ja morphologisch sehr gut zu unterscheiden sind, auch in der anatomischen Struktur der Laubblätter recht bedeutende Unterschiede auf, die zur Bestimmung der genannten Pflanzen in blütenlosem Zustande sehr gut geeignet sind.

D. Triodieae.

Triodia.

Obgleich die untersuchten Arten der genannten Gattung teils zu den Savannen-, teils zu den Steppengräsern gehören, weisen sie doch im anatomischen Bau der Blattorgane vielfache Übereinstimmungen auf, die hier zunächst besprochen werden sollen.

Die Blätter, welche stets eine rinnige Vertiefung ihrer Oberfläche aufweisen, zeichnen sich durch den Besitz typischer, großer Gelenkzellen aus, die in je einer Gruppe zwischen je zwei Prismen angeordnet sind. Die Bastelemente sind meist reichlich entwickelt. Sie sind vorwiegend in der Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung durch die Mestombündel hergestellt wird. Die meist gut ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen — wenn man von Triodia decumbens P. Beauv. absieht — aus großen chlorophyllhaltenden Zellen, welche sich durch die Dicke ihrer Wände von dem übrigen Parenchym scharf abheben. Hadrom und Leptom der Mestombündel sind stets durch ein, oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Diesen übereinstimmenden Merkmalen auf der einen Seite stehen natürlich ziemlich weitgehende Differenzen in der anatomischen Struktur der Blattorgane der einzelnen Arten auf der anderen Seite gegenüber, was ja schon aus ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Gruppen erhellt.

Bei der jetzt folgenden Besprechung der untersuchten Species will ich mich kurz fassen, da ja bei der Beschreibung der vorhergehenden Genera die verschiedene Ausbildungsweise und Anordnung der einzelnen Gewebearten und Zellenkomplexe ausführlich erläutert worden sind.

Ich beginne mit den zu den Savannengräsern gehörenden Arten.

1. Triodia cuprea Jacqu. (Taf. IV, Fig. 28).

Fundort: Oxford in Connecticut, Nordamerika (Kneucker Nr. 253).

Gesamtform: Triodia cuprea ist der ersten Klasse der Savannengräser unterzuordnen. Die Merkmale der Klasse sind bei ihr in typischer Weise ausgeprägt (cf. pag. 2). Gegenüber der stark entwickelten Mittelrippe, welche im unteren Spreitenteil stets mehrere Gefäßbündel und reichliches Wassergewebe führt, zeigt die übrige Lamina eine nur geringe Dicke.

Die Mittelrippe nimmt, — wie das schon soeben angedeutet wurde — von der Basis nach der Spitze des Blattes zu, an Mächtigkeit ab. Aus der Tatsache, daß die Gefäßbündel, welche von der Blattbasis an isoliert und annähernd parallel verlaufen, eine verschiedene Länge besitzen und zwar derart, daß die von der Mitte entferntesten die kürzesten sind, erklärt sich das verschiedene Aussehen der Mittelrippe in den einzelnen Spreitenteilen. Während ein Querschnitt der Mediane aus dem unteren Spreitenteil fünf Gefäßbündel aufweist, findet man etwa in der Mitte des Blattes die Mittelrippe nur noch von 3 an der Blattspitze endlich nur von einem Mestombündel durchzogen. Aus dieser Anordnung der Gefäßbündelstränge erklärt sich auch das allmähliche Abnehmen des farblosen Parenchyms nach der Spitze des Blattes zu. Werfen wir nun einen Blick auf die Anordnung und Ausbildung der einzelnen Gewebearten, in der Mittelrippe, so fällt uns zunächst die starke Entwicklung des mechanischen Gewebes und des farblosen Parenchyms auf. Ersteres ist in der Form subepidermaler mit Mestom verbundener Träger auf der Unterseite in Kombination mit einem mestomfreien Bastbande auf der Oberseite entwickelt, während das farblose Parenchym, das wenigstens in der unteren Spreitenhälfte recht gut ausgebildet ist, die Verbindung zwischen den erwähnten Bastelementen der beiden Blattseiten vermittelt. Dieser mechanischen Funktion ist es durch die relativ große Dickwandigkeit der Zellen und die collenchymatische Verdickung der Zellkanten angepaßt, während es durch das Fehlen des Chlorophylls und die Permeabilität seiner Wände, die fast aus reiner Zellulose bestehen, sich als Wasserspeichergewebe und als Ableitungsgewebe für die Assimilationsprodukte dokumentiert. Die seitliche Verbindung der mit Mestom zusammenhängenden Bastgurtungen wird durch chlorophyllhaltendes Parenchym hergestellt.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung der übrigen Lamina.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 6. Die stärkeren Bündel weisen meist 4 seitliche große Gefäße und zwei Ringgefäße auf. Hadrom und Leptom sind durch ein mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Bei den schwächeren Bündeln ist dieses Hadrom und Leptom trennende Band gar nicht oder nur schwach entwickelt.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden der stärkeren Fibrovasalstränge werden in der Region des Xylems aus großen, relativ dünnwandigen Zellen gebildet, während die das zarte Leptom umschließenden Scheidenzellen, welche oft in mehreren Schichten vorhanden sind, eine sehr starke Verdickung ihrer Wandungen erfahren haben.

Die Scheiden der schwächeren Bündel (Fig. 28 msch) bestehen durchweg aus großen relativ dünnwandigen Zellen.

Parenchymscheide (psch): Dem in der Einleitung pag. 29 bereits Gesagten ist hier noch folgendes hinzuzufügen: Die Scheiden der schwächeren Bündel sind stets geschlossen, während die stärkeren Bündel der Lamina zweiseitig durchbrochene, die der Mittelrippe nur unterhalb des Gefäßbündels durchbrochene Scheiden besitzen.

Mechanisches Gewebe: Die Bastelemente (mg) sind mit den Mestombündeln und deren Scheiden zu I-förmigen Trägern verbunden. Sie sind beiderseits nur wenig in senkrechter Richtung zur Blattoberfläche gestreckt, dagegen weisen wenigstens die unteren Gurtungen eine Streckung in tangentialer Richtung auf. Die Zellen der unteren Gurtungen sind stets kleiner als die der oberen. Es sind jedoch stets nur echte Bastelemente an der Bildung der Gurtungen beteiligt. Die Randgurtungen sind ziemlich stark entwickelt.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe ist in den Prismen in der Form eines das Gefäßbündel umschließenden Kranzes entwickelt (Fig. 28 chp). Es besteht aus schmalen radial gestreckten Zellen. Unterhalb der Gelenkzellen dagegen wird es aus isodiametrischen Zellen gebildet.

Gelenkzellen: Den typisch entwickelten, meist großen Gelenkzellen (gl) schließen sich meist noch ein bis zwei farblose Parenchymzellen (wg) an.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen weisen im Querschnitt nur eine mäßige Verdickung ihrer Außenwände auf. Auf der Oberseite ist eine Anzahl Zellen zu kleinen Papillen ausgewachsen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast. In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit gemischten bzw. Kurzzellreihen ziemlich regelmäßig ab.

Die gemischten Reihen bestehen aus 1. Sattelzellen, 2. Langzellen, 3. Korkkurzzellen von wechselnder Form. Die Anordnung dieser Zellelemente in einer Reihe ist 1, 2, 3, 1, 2, 3 usw., stellenweise auch 1, 2, 1, 2 usw. oder schließlich 1, 3, 1, 3, 1, 3 usw.

2. Streifen über Parenchym: In der Nähe der Epidermisstreifen über Bast finden sich Langzellen und rechteckige Kurzzellen, die stets breiter als lang sind, in ziemlich regelmäßiger Alternation. In der mittleren Region eines jeden Streifens dagegen wechseln Langzellen und Spaltöffnungen regelmäßig ab.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast wesentlich nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Oberseite bestehen aus gemischten Reihen, in denen folgende Zellformen auftreten: 1. Sattelzellen, 2. Hantelzellen, 3. Korkkurzzellen, 4. kurzspitzige Baststachelhaare, 5. kurze zweizellige Winkelhaare, 6. Langzellen. Die genannten Zellelemente wechseln in sehr verschiedener Weise miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: In den den Streifen über Bast zunächst liegenden Reihen wechseln Langzellen und Parenchymstachelhaare regelmäßig ab, in der mittleren Partie eines jeden Streifens dagegen alternieren Langzellen und Spaltöffnungen.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. Epidermis der Unterseite.

5. Streifen über der Mittelrippe. Der über der Mittelrippe befindliche Streifen besteht aus Reihen, in denen Langzellen mit Stachelhaaren ziemlich regelmäßig abwechseln, nur sehr vereinzelt finden wir die anderen vorher erwähnten Kurzzellformen.

Sämtliche Langzellen und Korkkurzzellen zeichnen sich durch den Besitz gewellter und getüpfelter Wände aus.

Auf der Oberseite sind Stellen der Außenwände der Epidermiszellen zu kleinen Cuticularzäpfchen ausgewachsen.

2. *Triodia avenacea* HBK. (Taf. IV, Fig. 29).

Fundort: Chihuahua, Eulalia-Mountains (Pringle, Plantae mexicanae).

Gesamtform: Der bereits oben pag. 29 gegebenen Charakterisierung der Gesamtform ist hier noch folgendes hinzuzufügen. Die Blätter weisen eine starke filzige Behaarung auf. Die Mittelrippe tritt auch hier stark hervor (Fig. 29), wird jedoch nur von einem Gefäßbündel durchzogen. Die Bastentwicklung ist, mit Ausnahme der sehr starken Gurtung der Mittelrippe und der Randgurtungen, nur sehr gering. Die Mittelrippe ist frei von Wassergewebe. Die Gelenkzellen besitzen eine recht bedeutende Größe. Aus dem soeben Gesagten geht klar hervor, daß wir hier ein Gras vor uns haben, das der vierten Klasse der Savannengräser unterzuordnen ist.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3—4. Hadrom und Leptom sind durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Während in der Mittelrippe das Leptom des Gefäßbündels nur als schmale Sichel erscheint, die dem stark entwickelten Hadrom anliegt, ist es in der übrigen Lamina annähernd ebenso stark ausgebildet als das Hadrom des betreffenden Bündels.

Mestomscheide: Die Zellen der Mestomscheide sind im oberen Teile der Scheide dünnwandiger als im unteren Teile; eine stärkere Verdickung der Innenwände der Zellen ist nicht eingetreten. Die schwächeren

Bündel besitzen vielfach nur unvollkommene Scheiden[1], die nur den Siebteil des Bündels umschließen, während der Gefäßteil direkt an die Parenchymscheide grenzt.

Parenchymscheide: Die Parenchymscheiden der Gefäßbündel der Lamina sind stets geschlossen und bestehen allseitig aus völlig gleichartigen Zellen, die Scheide des Gefäßbündels der Mittelrippe dagegen (Fig. 29 psch) wird unterseits von der mächtig entwickelten Bastgurtung durchbrochen.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe, welches die Räume zwischen den Mestombündeln zum größten Teil ausfüllt, besteht aus kleinen meist isodiametrischen Zellen, die in der Umgebung der Gefäßbündel oft kranzartig angeordnet sind (Fig. 29 chp), ohne jedoch eine wesentliche Streckung in radialer Richtung erfahren zu haben. Unterhalb der Gelenkzellen wird das Chlorophyllparenchym durch farbloses Gewebe ersetzt.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen, welche sich durch bedeutende Größe auszeichnen, finden sich am Grunde einer jeden Rinne zwischen je zwei Prismen. Die Gelenkzellgruppen, welche sich zu beiden Seiten der Mittelrippe finden, sind sehr häufig zu einer einzigen Gruppe verschmolzen (Fig. 29 gl), indem auch die zwischen den beiden Gruppen befindlichen Epidermiszellen der Oberseite gelenkzellenartig entwickelt sind[2] (Fig. 29).

Hypodermales Wassergewebe: In der Lamina schließt sich jeder Gelenkzellengruppe in radialer Richtung ein Streifen farblosen Parenchyms an, das sich bis zur Epidermis der Unterseite erstreckt. Die Zellen dieses Gewebes sind meist etwas größer als die chlorophyllhaltenden Parenchymzellen. Die Mittelrippe ist frei von Wassergewebe.

Mechanisches Gewebe: Oberhalb und unterhalb der Mestombündel finden sich nur schwach entwickelte Bastgruppen, die mit den Gefäßbündeln zu I-förmigen Trägern verbunden sind. Der Gurtungsverband wird jedoch vielfach nicht allein durch die Bündel und deren Scheiden, sondern auch noch durch Chlorophyllparenchym vermittelt. Eine außerordentlich stark entwickelte Bastgurtung dagegen findet sich an der Unterseite der Mittelrippe. Dieselbe schließt sich der Mestomscheide des Gefäßbündels unmittelbar an und besteht aus kleinen dickwandigen, lückenlos verbundenen Zellelementen (Fig. 29). Die spitzkeilförmigen Randgurtungen endlich sind ebenfalls stark entwickelt.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen der Oberseite sind von nur mäßiger Größe und relativ dünnwandig, die Epidermiszellen der Unterseite dagegen sind durchweg dickwandig und gegenüber den Gelenkzellen (mit Ausnahme der Zellen, welche den Gelenkzellen der Mittelrippe gegenüber liegen) von ansehnlicher Größe, so daß sie, abgesehen von der Dicke ihrer Wandungen, den Eindruck echter Gelenkzellen hervorrufen. Die den Bastelementen angrenzenden Epidermiszellen der Unterseite jedoch besitzen ein nur spaltförmiges Lumen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit Sattelzellen, denen sich oft eine Korkkurzzelle von annähernd rechtwinkliger Form anschließt ziemlich regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Bastsreifen benachbart sind, wechseln Langzellen mit Weichhaaren regelmäßig ab, zuweilen tritt an die Stelle eines Weichhaares ein Polsterhaar oder auch ein kurzes zweizelliges Winkelhaar. Dann folgen Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln, während sich in der mittleren Region nur Langzellen finden, deren Außenwände blasig vorgewölbt sind. Ab und zu tritt auch in den letztgenannten Reihen ein Polsterhaar auf. Die Langzellen, welche rechteckige bis sechseckige Form besitzen, zeigen eine schwache Wellung ihrer Seitenwände.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, zeigen die Randstreifen im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen über Bast, doch sind die sehr schmalen Korkzellen hier meist von nierenförmiger bis elliptischer Gestalt.

---

[1] cf. XII pag. 417 ff.

[2] Douval-Jouve (III) stellt in seiner Einleitung der Gelenkzellen (Cellules bulliformes) nach ihrer Anordnung zwei große Gruppen auf: 1. Une bande au dessus de la carène; 2. Point de bande au dessus de la carène. Die Anordnung der Gelenkzellen bei Triodia avenacea HBK. zeigt, daß eine strenge Grenze zwischen diesen beiden Gruppen nicht gezogen werden kann.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt in ihrem Bau nur geringe Abweichungen gegenüber der Unterseite. Abgesehen von dem Auftreten von Gelenkzellstreifen ist noch der sehr schmalen Streifen über Parenchym Erwähnung zu tun, welche vorwiegend aus reinen Langzellreihen bestehen, nur selten finden sich Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen alternieren. Es sei noch bemerkt, daß auch zwischen den Gelenkzellen sich häufiger Polsterhaare finden.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der den Steppengräsern angehörenden Arten der Gattung.

3. Triodia decumbens Beauv. (Taf. IV, Fig. 23 und 24).

Fundort: Bei Nürnberg auf Sandboden (Kneucker Nr. 343).

Gesamtform: Der in der Einleitung pag. 29 gegebenen Beschreibung der Gesamtform möchte ich noch einiges hinzufügen. Durch die stark rinnige Vertiefung der Blattoberseite und das gleichzeitige Verschwinden einer ausgeprägten Mittelrippe, sowie durch die reichliche Entwicklung der mechanischen Elemente erweist sich T. decumbens unzweifelhaft als Steppengras und zwar ist es der zweiten Klasse derselben unterzuordnen (cf. pag. 3).

Mestombündel: Das Verhältnis der stärkeren zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2. Hadrom und Leptom sind durch ein oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Der Siebteil der schwächeren Bündel ist oft stärker entwickelt als der Gefäßteil.

Mestomscheide: Die stets vollkommenen Mestomscheiden bestehen aus Zellen, deren Innenwände gegenüber den Außenwänden eine bedeutende Verstärkung erfahren haben. Die oberhalb des Bündels befindlichen Scheidenzellen sind vielfach etwas dünnwandiger als die übrigen Zellen, doch ist der Unterschied in der Verdickung meist nur gering.

Parenchymscheide: Die stets aus farblosen, kleinen Zellen bestehende Parenchymscheide ist bei tertiären Bündeln stets geschlossen, während die stärkeren Bündel (auch die sekundär entwickelten) meist unterhalb, selten auch oberhalb des Bündels, von Bastelementen durchbrochene Scheiden aufweisen.

Mechanisches Gewebe: Die mechanischen Elemente sind mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden, die das Blatt senkrecht zur Oberfläche durchziehen. Sämtliche Gurtungen sind stark entwickelt und in der Nähe der Epidermis stets etwas verbreitert. Am stärksten ist die untere Gurtung der Mittelrippe ausgeprägt, während die obere Gurtung weniger gut ausgebildet ist. Die sichelförmigen Gurtungen an den Blatträndern endlich sind ebenfalls von ziemlicher Mächtigkeit. In der Region der tertiären Bündel fehlen die mechanischen Elemente ganz oder sind nur andeutungsweise vorhanden.

Chlorophyllparenchym: Das chlorophyllhaltende Parenchym, welches die Räume zwischen den Trägern ausfüllt, besteht in der Nähe der Bündel aus isodiametrischen, 5—6 eckigen, ziemlich großen Zellen, deren Chlorophyllgehalt nach dem Innern des Blattes zu abnimmt; unterhalb der Gelenkzellen dagegen erscheinen die Zellen mehr oder weniger tangential gestreckt. In sehr seltenen Fällen sind die innersten Parenchymlagen ganz frei von Chlorophyll.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen, welche sich in je einer Gruppe zwischen zwei benachbarten Prismen finden, nehmen nach dem Blattrande zu an Größe allmählich ab. Die der Mittelrippe benachbarten Zellen haben eine bedeutende Streckung in radialer Richtung erfahren und sind zu Gruppen von 10—12 Zellen vereinigt, während die Gelenkzellgruppen der übrigen Lamina meist nur aus 6 Zellen bestehen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen der Oberseite sind alle von annähernd gleicher und zwar ziemlich geringer Größe und besitzen stark verdickte Außenwände. Die Epidermis der Unterseite dagegen läßt deutlich zwei Zellformen unterscheiden. Während nämlich die an Bast angrenzenden Zellen nur geringe Größe und stark verdickte Außenwände besitzen, zeichnen sich die Epidermiszellen, welche sich über Parenchym befinden, nicht nur durch sehr bedeutende Größe, sondern auch durch die Dünnwandigkeit der Außenwände aus. Ihre Ähnlichkeit mit typischen Gelenkzellen wird dadurch noch erhöht, daß ihre Außenwände vielfach blasig über das Niveau der übrigen Epidermis hervorgewölbt sind.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die mittleren Reihen eines jeden Streifens über Bast bestehen vorwiegend aus Kurzzellen, denen nur hin und wieder eine Langzelle beigesellt ist, und zwar wechseln Sattelzellen mit rechteckigen bis rundlichen Korkkurzzellen sehr regelmäßig

ab. In den Reihen dagegen, welche den Streifen über Parenchym benachbart sind, finden sich entweder nur Langzellen oder es folgt auf eine Langzelle eine rundliche Kieselzelle, der sich eine nierenförmige Korkkurzzelle anschließt, der dann wieder eine Langzelle folgt. Die Lang- und die Korkkurzzellen besitzen stark wellige Radialwände, die von Poren begleitet werden.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus rechteckigen Langzellen; zerstreut treten auch Kurzzellen von quadratischer bis rechteckiger Form auf, die oft zu relativ großen zweizelligen Winkelhaaren (Fig. 24) ausgewachsen sind. Die Endzelle eines solchen Haares zeichnet sich durch große Zartheit gegenüber der Basalzelle aus.

Die Langzellen dieser Streifen (Fig. 23), welche sehr stark gewellte Radialwände besitzen, sind dadurch interessant, daß sie nicht nur Poren in den Wellungen der genannten Wände aufweisen, sondern auch die ganze Außenwand der Zelle von zahlreichen, ziemlich großen Poren durchsetzt ist. Wenn man neben dieser Tatsache die Dünnwandigkeit der Außenwände und die bedeutende Größe der betreffenden Zellen berücksichtigt, liegt die Vermutung nahe, daß die Zellen zur Wasseraufnahme aus dem umgebenden Medium in irgend einer Beziehung stehen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Vorkommen von größeren Randstachelhaaren denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In der mittleren Partie zeigen die Streifen über Bast denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Unterseite. Dagegen bestehen die den Streifen über Parenchym benachbarten Reihen fast nur aus Langzellen. Nur sehr vereinzelt findet sich auch hier eine rundliche Kieselzelle.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Streifen über Bast zunächst liegen, wechseln rechteckige Langzellen mit glatten oder nur schwach welligen Wänden und Winkelhaaren regelmäßig ab. Dann folgen mehrere reine Langzellreihen. In der mittelsten Streifenregion endlich alternieren Langzellen mit Spaltöffnungen.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen.

Polsterhaare treten auf der Epidermis der Oberseite nur sehr vereinzelt auf.

4. Triodia mutica Scrib. (Taf. IV, Fig. 25—27).

Fundort: Chihuahua, Eulalia Mountains (Pringle Plantae mexicanae).

Gesamtform: T. mutica gehört ebenfalls zur zweiten Klasse der Wiesengräser. In der Gesamtform unterscheidet sie sich von T. decumbens wesentlich nur durch die sehr gut ausgeprägten chlorophyllführenden Parenchymscheiden.

Mestombündel: Das Verhältnis der stärkeren zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind stets durch ein oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Im Leptom finden sich vereinzelte dickwandige Zellen.

Mestomscheide: Die stets geschlossenen Mestomscheiden sind in derselben Weise wie bei den bereits beschriebenen Arten entwickelt.

Parenchymscheide: Bezüglich der Parenchymscheiden ist zu erwähnen, daß dieselben in den meisten Fällen geschlossen sind, nur sehr selten ist die Scheide eines stärkeren Bündels unterseits durchbrochen (Fig. 25 psch). Die den Bastgurtungen angrenzenden Scheidenzellen, welche häufiger eine stärkere Verdickung ihrer Wände erfahren haben, sind meist frei von Chlorophyll.

Mechanisches Gewebe: Die mechanischen Elemente (Fig. 25 mg) sind sehr stark entwickelt und mit den Gefäßbündeln und deren Scheiden zu breiten, fast den ganzen Innenraum der Prismen in Anspruch nehmenden I-förmigen Trägern verbunden. Die oberen Gurtungen, welche den Prismenkopf vollkommen ausfüllen, sind meist kräftiger entwickelt als die bandartigen Gurtungen der Unterseite, welche in radialer Richtung meist sehr wenig ausgedehnt sind. Die Randgurtungen sind nur mäßig entwickelt (Fig. 26).

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe ist innerhalb der Prismen zugunsten der Bastelemente auf schmale Streifen beschränkt, die sich an den Seiten der Träger hinziehen. Dagegen füllt es den allerdings nur kleinen Raum unterhalb der Gelenkzellen völlig aus. Es besteht aus isodiametrischen kleinen Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym ist nicht eingetreten.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen sind in typischer Weise entwickelt. Sie sind zu Gruppen von 4—6 Zellen vereinigt.

Epidermis im Querschnitt: Die nur kleinen Epidermiszellen sind allseitig sehr stark verdickt, so daß sie stellenweise von Bastzellen kaum zu unterscheiden sind.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Es wechseln in den Streifen über Bast reine Langzellreihen mit gemischten Reihen sehr regelmäßig ab. In den letzteren treten folgende Zellformen auf: 1. Hantelzellen (Fig. 27 hz) von ziemlich bedeutender Größe, 2. rechteckige Kurzzellen, die meist etwas länger als breit sind, 3. Baststachelhaare (Fig. 27 bst). Die Anordnung dieser Elemente in einer Reihe ist entweder 1, 2, 1, 2, 1, 2 etc. oder 1, 2, 3, 2, 1, 2, 3, 2 etc., sehr selten auch 2, 3, 2, 3 etc. Die Wände der Langzellen sind annähernd glatt und weisen nur sehr vereinzelt Tüpfel auf.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Reihen, in denen auf eine Langzelle mit gewellten Wänden, die jedoch kürzer ist als die Langzellen der Streifen über Bast, stets eine quadratische bis rundliche Kurzzelle folgt, die oft zu einem keulenförmigen Winkelhaar ausgewachsen ist, mit Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen vorherrschen. Hin und wieder tritt auch in den letzterwähnten Reihen ein Winkelhaar auf.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Unmittelbar am Rande finden sich große Randstachelhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Wenn man von dem Vorkommen der Gelenkzellen absieht, zeigt die Epidermis der Oberseite von der Fläche betrachtet, annähernd denselben Bau wie die der Unterseite. Es muß jedoch erwähnt werden, daß in den Streifen über Bast die Stachelhaare die anderen Zellformen bei weitem überwiegen.

Tabellarische Übersicht der Triodia-Arten.

Eine Charakterisierung der Gattung Triodia auf Grund der anatomischen Struktur der Laubblätter zu geben, ist mir nicht möglich, da mir nur die genannten vier Arten zur Verfügung standen, diese aber nur in wenigen zur Charakterisierung einer Gattung keineswegs ausreichenden Merkmalen übereinstimmen.

I. Sektion: Sieglingia (Bernhardi).

1. Die fast gar nicht hervortretende Mittelrippe des Blattes ist frei von Wassergewebe. Die mechanischen Elemente sind reichlich vorhanden. Die Zellen der stets geschlossenen Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die farblosen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen teilweise eine recht bedeutende Größe. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Oberseite. Die Trichombildung ist ziemlich reichlich . . . . . Triodia decumbens Beauv.

II. Sektion: Tricuspis (Beauv.).

2. Die fast gar nicht hervortretende Mittelrippe ist frei von Wassergewebe. Die mechanischen Elemente sind reichlich vorhanden. Die Zellen der stets geschlossenen Mestomscheiden sind allseitig gleich stark verdickt. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind sehr gut ausgeprägt. Die Epidermiszellen sind sämtlich (mit Ausnahme der Gelenkzellen) klein und

besitzen sehr stark verdickte Wände. Die Trichombildung ist nur gering. Spaltöffnungen sind auf beiden Blattseiten vorhanden . . . . . Triodia mutica Scrib.

3. Die Mittelrippe des Blattes, welche reichliches Wassergewebe und mehrere Gefäßbündel besitzt, tritt scharf hervor. Die Bastelemente sind (mit Ausnahme der mechanischen Elemente der Mittelrippe und des Blattrandes) weniger reichlich vorhanden. Die Zellen der stets geschlossenen Mestomscheiden sind allseitig stark verdickt. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Die Epidermiszellen sind zum Teil von sehr mächtiger Größe (abgesehen von den ebenfalls großen Gelenkzellen). Spaltöffnungen auf beiden Seiten vorhanden. Die Trichombildung ist gering . . Triodia cuprea Jacqu.

III. Sektion: Triplasis (Beauv.).

4. Die Mittelrippe tritt scharf hervor, weist jedoch kein Wassergewebe auf und wird nur von einem Gefäßbündel durchzogen. Die mechanischen Elemente sind (mit Ausnahme der Bastelemente der Mittelrippe und des Blattrandes) nur mäßig entwickelt. Die bei den schwächeren Bündeln unvollkommenen Mestomscheiden bestehen aus allseitig gleich stark verdickten Zellen. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Die Epidermiszellen der Unterseite zum Teil von recht bedeutender Größe. Spaltöffnungen meist nur auf der Unterseite, seltener auch auf der Oberseite. Die Trichombildung ist sehr reichlich . . . . . Triodia avenacea HBK.

Ein Blick auf die vorstehende Tabelle lehrt, daß die genannten Arten, welche morphologisch sehr gut zu unterscheiden sind, auch auf Grund der anatomischen Struktur der Blattorgane sich leicht bestimmen lassen. Fraglich erscheint es jedoch, ob die genannten Arten mit Recht einer einzigen Gattung untergeordnet werden, denn abgesehen von den ziemlich großen Unterschieden in der Struktur der Blattorgane, weisen sie auch habituell und morphologisch große Verschiedenheiten auf.

E. Eragrosteae.

I. Eragrotis.

Mit Ausnahme von Eragrotis abessinica und E. pilosa, die der ersten Klasse der Savannengräser unterzuordnen sind, gehören sämtliche Arten dieser Gattung zur vierten Klasse der Savannengräser.

In der Gesamtform erinnern sie stark an die zu den Steppengräsern gehörenden Arten der Gattung Triodia, von denen sie jedoch durch die meist nur sehr geringe Entwicklung der Bastelemente und das Vorherrschen des Chlorophyllparenchyms unterschieden sind.

Da die untersuchten Arten, mit Ausnahme der erstgenannten, in der anatomischen Struktur der Blattorgane sehr große Übereinstimmung aufweisen, so erscheint es zweckmäßig, schon jetzt näher darauf einzugehen. Die Blätter besitzen eine mehr oder weniger starkwellige bis schwach rinnige Oberfläche. Die Mittelrippe tritt fast gar nicht hervor. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich eine Gruppe von 3—5 meist großen Gelenkzellen.

Das Verhältnis der stärkeren Mestombündel zu den schwächeren schwankt bei den einzelnen Arten zwischen 1 : 3 und 1 : 7, doch ist das erstgenannte Verhältnis häufiger. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind meist durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt, doch ist der Grad der Verdickung bei den einzelnen Arten verschieden. Das Hadrom besteht meist aus sehr großlumigen

Zellelementen und macht die Hauptmasse des Mestombündels aus. Das weit geringer entwickelte Leptom besteht aus zartwandigen Elementen. Die schwächeren Mestombündel sind meist tertiär ausgebildet: Hadrom und Leptom sind hier nicht mehr zu unterscheiden.

Die Mestomscheiden der primären Bündel werden bei den meisten Arten in der Region des Hadroms von großen dünnwandigen Zellen gebildet, während der oft zweischichtige Scheidenteil, welcher das Leptom umschließt, aus kleinen dickwandigen Zellen besteht. Die Mestomscheiden der schwächeren Bündel dagegen werden stets von großen relativ dünnwandigen Zellen gebildet.

Die stets sehr gut ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen aus sehr großen, meist chlorophyllführenden, selten farblosen Zellen, die relativ starke Wandungen besitzen. Die Scheiden der primären Bündel sind stets unterhalb des Bündels von Bastelementen durchbrochen. Die schwächeren Bündel dagegen besitzen stets geschlossene Scheiden, die dadurch auffallen, daß sie meist nur zur Hälfte chlorophyllhaltend sind.[1] Es wird später hierauf noch näher eingegangen werden. Durch ihre helle lichtgrüne Färbung und die Dickwandigkeit ihrer Zellen heben sich die Parenchymscheiden scharf von dem übrigen chlorophyllführenden Gewebe ab.

Die meist nur sehr spärlich vorhandenen mechanischen Elemente sind in Form kleiner Gurtungen ausgebildet, die mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern vereinigt sind, welche das Blatt in radialer Richtung durchsetzen. Der Gurtungsverband wird jedoch meist nicht nur durch das Mestombündel und dessen Scheiden, sondern auch durch chlorophyllhaltiges Gewebe vermittelt. Die oberen Gurtungen sind meist nur spärlich entwickelt, in einzelnen Fällen — besonders bei schwächeren Bündeln — überhaupt nicht vorhanden. Auf dem Querschnitt betrachtet, bestehen sie aus nur wenigen Zellen. Die unteren Gurtungen sind bandartig ausgebildet und meist nur sehr wenig in radialer Richtung gestreckt. Sie grenzen meist einer der beiden Gefäßbündelscheiden unmittelbar an. Die Randgurtungen endlich sind ebenfalls nur sehr schwach entwickelt.

Das Assimilationsgewebe ist meist nach dem Kranztypus[2] entwickelt. Die in radialer Richtung stark gestreckten Zellen umgeben in Form eines Kranzes die Parenchymscheide des Gefäßbündels, das unterhalb der Gelenkzellen befindliche grüne Gewebe dagegen besteht aus isodiametrischen, meist ziemlich kleinen Zellen. Bei der Mehrzahl der Arten ist diese Ausbildung des chlorophyllführenden Parenchyms in typischer Weise vorhanden.

Auf den Bau der Gelenkzellen braucht nicht näher eingegangen werden, es sei nur erwähnt, daß die mittelste Zelle einer jeden Gruppe die übrigen bei weitem an Größe übertrifft und tief in das Mesophyll des Blattes hineinragt.

Im Querschnitt betrachtet, erscheint die Epidermis der Oberseite aus relativ großen dünnwandigen Zellen gebildet, während die Zellen der Unterseite die meist etwas kleiner sind, häufig eine größere oder geringere Verdickung ihrer Außenwände erfahren haben. Von der Fläche betrachtet zeigen die Epidermiszellen meist eine starke Wellung ihrer Längswände. Fast bei allen Arten sind zweizellige Winkelhaare vorhanden. Die Spaltöffnungen finden sich meist auf beiden Blattseiten. Die Ausbildung und Anordnung der Kurzzellen ist bei den einzelnen Arten verschieden. Die Trichomentwicklung ist nur gering.

Bei der jetzt folgenden Besprechung der einzelnen Arten wird es genügen auf die größeren oder geringeren Abweichungen von dem eben geschilderten Bau der Blattorgane hinzuweisen.

1. Eragrostis reptans Nees (Taf. V, Fig. 30).

Fundort: Bei Cahotia in Illinois.

Querschnitt: Die Blattoberflächen weisen eine starke Wellung auf. Die Gelenkzellen sind nur von geringer Größe. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 4. Es sind meist nur das Gefäßbündel der Mittelrippe und je eins in jeder Laminahälfte primär entwickelt, während die übrigen Bündel tertiär entwickelt sind (cf. Fig. 30). Das Hadrom und Leptom trennende Band besteht aus nur mäßig verdickten Zellen. Die Mestomscheiden werden sämtlich nur aus großlumigen, relativ dünnwandigen

[1] cf. III pag. 329. [2] cf. XIV pag. 244.

Zellen gebildet. Mit Ausnahme der sehr schwachen Gurtungen an den Blatträndern fehlen typische Bastelemente gänzlich; doch sind die untersten Zellen der Parenchymscheiden (Fig. 30 psch), welche der Epidermis der Unterseite unmittelbar angrenzen, durch ihre Kleinheit und starke Dickwandigkeit gegenüber den übrigen sehr großen Scheidenzellen einer vorwiegend mechanischen Funktion angepaßt. Das Assimilationsgewebe (Fig. 30 chp) ist in sehr ausgeprägter Weise nach dem Kranztypus gebaut. Das aus isodiametrischen Zellen gebildete, unterhalb der Gelenkzellen befindliche Parenchym ist farblos.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Wenn man von den Gelenkzellenstreifen absieht, besteht die Epidermis aus vier verschiedenen Arten von Zellreihen, die ziemlich unregelmäßig miteinander abwechseln:

1. Reine Langzellreihen.
2. Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen sehr regelmäßig abwechseln.
3. Reihen, in denen zwischen den Langzellen Kurzzellen von rechteckiger Form ohne bestimmte Anordnung eingeschaltet sind.
4. Eine Reihe, in der Langzellen mit Borstenhaaren wechseln. Sie findet sich nur gegenüber einem Mestombündel.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt, abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen, denselben Bau wie die Oberseite, doch sind die Spaltöffnungen und Trichome in nur geringer Zahl vorhanden.

Sämtliche Langzellen besitzen rechteckige Gestalt und zeichnen sich durch starke Wellung ihrer Längswände aus.

2. *Eragrotis Frankii* Meyer (Taf. VI, Fig. 37).

Fundort: Bei Rock Spring in Illinois.

Querschnitt: Die Blattoberfläche ist schwach rinnig vertieft. Die Gelenkzellen zeigen ziemlich bedeutende Größe. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 6—7. Das Hadrom und Leptom trennende Band besteht aus sehr dickwandigen Zellen. Die Mestomscheiden werden im oberen Teile aus großen, relativ dünnwandigen Elementen gebildet, während der das Leptom umschließende Scheidenteil aus kleineren, dickwandigen Zellen besteht. Die mechanischen Elemente sind hier stärker entwickelt als bei E. reptans. Oberhalb und unterhalb sämtlicher Mestombündel befinden sich Bastgurtungen von mäßiger Ausdehnung. Der Gurtungsverband wird bei den primären Bündeln durch diese und deren Scheiden vermittelt; während bei schwächeren Bündeln sich auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Die Zellen der oberen Gurtungen sind größer und dünnwandiger als die der unteren Gurtungen. Die chlorophyllarmen Parenchymscheiden bestehen aus großen relativ dickwandigen Zellen. Die Anordnung des Chlorophyllparenchyms nach dem Kranztypus ist nur wenig ausgeprägt, da die Zellen desselben, welche die Gefäßbündel umschließen, nur wenig oder gar nicht in radialer Richtung gestreckt sind. Der unterhalb der Gelenkzellen befindliche Teil des Assimilationsgewebes besteht aus polygonalen bis rundlichen Zellen, die nur locker miteinander verbunden sind. Die Epidermiszellen der Unterseite erscheinen gewöhnlich im Querschnitt etwas größer als die Zellen der Oberseite, besitzen jedoch stärker verdickte Wände. Eine Ausnahme machen jedoch die über Bast befindlichen Zellen, welche auf beiden Blattseiten klein und dickwandig sind.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die den Streifen über Parenchym benachbarten Reihen bestehen nur aus Langzellen, deren Wände stark wellig und sehr regelmäßig getüpfelt sind. Die mittleren Reihen des Streifens dagegen bestehen aus 1. Baststachelhaaren, 2. Sattelzellen, 3. elliptischen Korkkurzzellen und 4. Langzellen, deren Wände starke Wellung aufweisen. Die Anordnung der genannten Zellformen ist sehr wechselnd.

2. Streifen über Parenchym: Die den erstgenannten Streifen benachbarten Reihen bestehen nur aus Langzellen, deren Wände nur sehr schwach wellig verbogen sind. In der Mitte eines jeden Streifens finden sich 1—2 Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellenstreifen zeigen den pag. 7 erläuterten Bau.

4. Randstreifen: Die Randstreifen sind von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren verschieden.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast (Fig. 37 a): In den Streifen über Bast der Unterseite wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen ziemlich regelmäßig ab. Letztere bestehen aus 1. Sattelzellen (sz), 2. rundlichen bis elliptischen Korkkurzzellen (ko), 3. Langzellen (l) mit stark welligen Längswänden. Die Anordnung dieser Zellformen ist meist 1, 2, 3, 1, 2, 3 etc. seltener 1, 3, 1, 3 etc. oder endlich 1, 2, 1, 2 etc. Alle drei Anordnungsweisen können in einer Reihe auftreten.

2. Streifen über Parenchym (Fig. 37 b): Die den Streifen über Bast benachbarten Reihen bestehen aus Langzellen, die eine starke Wellung ihrer Längswände aufweisen, aus rundlichen bis quadratischen Kieselzellen (k) und meist elliptischen bis nierenförmigen Korkzellen. Ein Teil der Kurzzellen ist zu keulenförmigen zweizelligen Winkelhaaren (wkh) entwickelt, deren Basalzelle viel länger als die zarte Endzelle ist. Die Anordnung der genannten Elemente ist sehr verschieden, die Korkkurzzellen sind nur sehr vereinzelt vorhanden. In der Mitte eines jeden Streifens finden sich 1—2 Reihen, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und Spaltöffnungen alternieren.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß die Langzellen über Parenchym stets bedeutend länger sind als die über Bast befindlichen.

3. Eragrotis ciliaris Lk. (Taf. VI, Fig. 36).

Fundort: Martinique (legit Sieber).

Querschnitt: Die Oberfläche des Blattes zeigt eine nur schwache Wellung. Die Gelenkzellen sind von recht bedeutender Größe (Fig. 36 gl). Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 7. Das Hadrom und Leptom trennende Band besteht aus sehr dickwandigen Zellen. Die Mestomscheiden werden im oberen Teile aus großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen gebildet, während in dem das Leptom des Bündels umschließenden Teile die, hier oft zweischichtig werdende Scheide aus kleinen, dickwandigen Zellen besteht. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Die oberen Gurtungen, welche stets schwächer ausgebildet sind als die unteren, sind von den Scheiden der schwächeren Bündel noch durch ein oder mehrere Lagen von chlorophyllgrünem Gewebe getrennt. Bei tertiären Bündel fehlen zuweilen die oberen Gurtungen ganz. Die unteren Gurtungen dagegen grenzen stets direkt an die Scheiden der Mestombündel. Die Randgurtungen sind nur schwach entwickelt. Das Assimilationsgewebe besteht aus ziemlich kleinen isodiametrischen Zellen, die eine gesetzmäßige Anordnung nicht erkennen lassen. Die meist geschlossenen Parenchymscheiden sind deutlich ausgeprägt. Die Epidermis besteht, im Querschnitt betrachtet, aus kleinen Zellen, die auf der Oberseite dünnwandig sind, auf der Blattunterseite dagegen eine ziemlich starke Verdickung ihrer Außenwände erfahren haben.

Erwähnen möchte ich noch, daß ich bei E. ciliaris eine Verschmelzung zweier Gelenkzellengruppen (Fig. 36 gl) beobachtet habe.[1]

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast werden von Reihen gebildet, in denen Stachelhaare, Langzellen mit stark welligen Wänden und Sattelzellen in regelmäßiger Weise aufeinander folgen.

2. Streifen über Parenchym: Entsprechend der geringen Ausbreitung des Chlorophyllparenchyms an der Oberseite des Blattes werden die Streifen der Epidermis von nur wenigen (vielfach nur zwei) Reihen gebildet. Die den Gelenkzellen benachbarten Reihen bestehen nur aus Langzellen, während in den Reihen, welche den Streifen über Bast zunächst liegen, Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln. Die Längswände der Zellen sind nur schwach wellig.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

[1] Tschirch (VII) beobachtete dies bei Vilfa capensis Beauv.

4. Randstreifen: In den Streifen am Blattrande tritt außer den Zellformen, welche in den Streifen über Bast vorkommen, eine große Zahl von Randstachelhaaren auf.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast der Unterseite wechseln reine Langzellenreihen mit gemischten Reihen ziemlich regelmäßig ab. Letztere bestehen aus 1. Langzellen mit stark welligen Wänden, 2. Sattelzellen, 3. elliptischen bis nierenförmigen Korkkurzzellen und 4. Baststachelhaaren. Die Anordnung dieser Zellformen ist derart, daß die drei erstgenannten regelmäßig aufeinander folgen, häufiger jedoch an Stelle der Korkkurzzelle ein Baststachelhaar auftritt.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Reihen, die von Langzellen und Spaltöffnungen gebildet werden, mit Reihen, in denen Kurzzellen unregelmäßig aufeinander folgen. Die Kurzzellen haben annähernd rechteckige Form und sind zum Teil zu zweizelligen zylindrischen Winkelhaaren ausgewachsen. Zuweilen treten auch in diesen Reihen Spaltöffnungen und Sattelzellen vereinzelt auf. Die Langzellen zeigen eine starke Wellung ihrer Längswände.

3. Randstreifen: Die Randstreifen stimmen mit den Streifen über Bast im wesentlichen überein, doch ist die Zahl der Stachelhaare eine weit größere.

4. Eragrotis megastachya Link = *Eragrotis major* Host (Taf. V, Fig. 31).

Fundort: Zwischen Ragusa im südlichen Dalmatien und dem Kloster S. Giakomo im Straßengraben (Kneucker Nr. 119).

Querschnitt (Fig. 31): Die Oberfläche des Blattes zeigt eine nur seichte Wellung. Die Gelenkzellen (gl) weisen eine recht bedeutende Größe auf. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 6. Das Hadrom und Leptom der primären Mestombündel trennende Band besteht aus sehr dickwandigen Zellen. Die Mestomscheiden der stärkeren Gefäßbündel werden im oberen Teil aus großlumigen, relativ dünnwandigen Elementen gebildet (msch), während die Scheidenzellen, welche das Leptom umschließen, geringere Größe und stärker verdickte Wände besitzen. Die Mestomscheiden der schwächeren Bündel dagegen bestehen durchweg aus großlumigen, dünnwandigen Zellen. Die aus großen Zellen gebildeten Parenchymscheiden (psch) sind bei schwächeren Bündeln im unteren Teile gewöhnlich farblos, während die anderen Scheidenzellen Chlorophyll enthalten. Die mechanischen Elemente sind nur sehr mäßig entwickelt. Die unteren, meist nur aus wenigen Lagen kleiner dickwandiger Zellen, die fast lückenlos zusammenschließen, gebildeten Gurtungen (mg) schließen sich den Scheiden der Mestombündel stets unmittelbar an, während die oberen Gurtungen nur bei den primären Bündeln sich bis zur Parenchymscheide erstrecken, in allen übrigen Fällen dagegen findet man zwischen Scheide und Gurtung noch chlorophyllhaltendes Gewebe. Die Randgurtungen endlich, welche im Querschnitt etwa sichelförmig erscheinen, sind relativ stark entwickelt. Das parenchymatische Gewebe (chp) zeigt denselben Bau wie bei E. reptans Nees.

Im Querschnitt betrachtet erscheinen die Epidermiszellen der Oberseite ziemlich dünnwandig, während die Zellen der Unterseite eine starke Verdickung ihrer Wandungen, besonders der Außenwände aufweisen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche betrachtet: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellenreihen mit gemischten Reihen sehr regelmäßig ab. Letztere bestehen aus 1. Langzellen, 2. Sattelzellen, 3. rundlichen bis elliptischen Korkzellen. Die Anordnung dieser Zellformen ist entweder 1, 2, 3, 1, 2, 3 etc. oder auch nur 2, 3, 2, 3 etc.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym können wir drei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, welche dieselben Elemente enthalten wie die gemischten Reihen über Bast.
2. Reihen, in denen Langzellen und zweizellige Winkelhaare regelmäßig abwechseln.
3. Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln.

Die Langzellen besitzen stark wellige Wände, die unregelmäßig getüpfelt sind.

Epidermis der Oberseite von der Fläche: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen im wesentlichen denselben Bau wie auf der Unterseite, doch ist zu bemerken, daß die Korkzellen meist zu Stachelhaaren entwickelt sind.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen aufeinander folgen, mit Reihen, die aus Langzellen und Parenchymstachelhaaren bestehen, miteinander ab.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen beider Seiten stimmen, abgesehen von dem Auftreten der Randstachelhaare mit den Streifen über Bast im Bau ziemlich überein, doch finden sich am äußersten Blattrande, neben den Stachelhaaren, eigentümlich knollenartige Gebilde, an deren Entstehung eine größere Anzahl von Epidermiszellen beteiligt ist.

5. Eragrotis mexicana Lk.

Fundort: Königsberg i. Pr., in einem Garten auf dem Tragheim kultiviert.

Querschnitt: Die Blattoberseite weist eine nur schwache Wellung auf, die Gelenkzellen sind von recht bedeutender Größe. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 5. Das Hadrom und Leptom trennende Band besteht aus sehr dickwandigen Elementen. Die Mestomscheiden zeigen im wesentlichen dieselbe Struktur wie bei E. major, doch ist zu erwähnen, daß die seitlich von dem Bündel gelegenen Zellen meist eine stärkere Verdickung ihrer Innenwände erfahren haben. Die aus sehr großen Zellen bestehenden Parenchymscheiden weisen bei primären Bündeln oberhalb, bei schwächeren unterhalb der Bündel, farblose Zellen auf, während die übrigen Scheidenzellen chlorophyllhaltig sind. Das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe zeigt dieselbe Anordnung wie bei E. major, das Assimilationsgewebe dagegen, welches vorzüglich auf den Raum unterhalb der Gelenkzellen beschränkt ist, besteht aus isodiametrischen Zellen, die eine gesetzmäßige Orientierung nicht erkennen lassen. Die Epidermis stimmt in jeder Hinsicht mit der von E. major überein.

6. Eragrotis oxylepis Torr.

Fundort: Pena in Texas auf Sand.

Querschnitt: Die Blattoberfläche zeigt schwach rinnige Vertiefung. Die Gelenkzellen sind außerordentlich groß. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 3—4. Das Hadrom und Leptom trennende Band besteht aus dickwandigen Parenchymzellen. Die Mestomscheiden zeigen denselben Bau wie bei E. major. Die Parenchymscheiden sind allerdings häufig frei von Chlorophyll. Da ich jedoch auch wenigstens zum Teil chlorophyllhaltende Scheiden beobachtet habe, zudem die Entwicklung der mechanischen Elemente nur sehr mäßig ist, glaube ich E. oxylepis trotz des Auftretens chlorophyllfreier Scheiden der vierten Klasse der Savannengräser unterordnen zu müssen. An die Parenchymscheiden, besonders der schwächeren Bündel, schließt sich nach der Oberseite zu ein im Querschnitt nur aus wenigen Zellen bestehendes farbloses Parenchym an. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Ihre Anordnung ist dieselbe wie bei den vorhergehenden Arten. Das Assimilationsgewebe besteht aus polygonalen Zellen, die unterhalb der Gelenkzellen häufig in tangentialer Richtung gestreckt erscheinen. Die Epidermiszellen besitzen sämtlich ziemlich starke Außenwände.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen durchweg aus gleichartigen Reihen, die von 1. Langzellen, 2. Sattelzellen und 3. elliptischen bis nierenförmigen Korkzellen gebildet werden. Die Anordnung dieser Zellformen ist sehr regelmäßig (1, 2, 3. 1, 2, 3 etc.).

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln Langzellen mit elliptischen bis rechteckigen Kurzzellen, die stets breiter als lang sind, ziemlich regelmäßig ab, während die mittleren Reihen (häufig nur eine Reihe) nur Langzellen und Spaltöffnungen in regelmäßiger Alternation führen.

3. Randstreifen: Die sehr schmalen Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast der Oberseite wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen ab. Letztere bestehen aus 1. Langzellreihen, 2. Baststachelhaaren, 3. Sattelzellen. Die Aufeinanderfolge ist: 1, 2, 1, 3, 1, 2, 1, 3 etc.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen meist aus nur zwei Reihen, von denen die den Gelenkzellen benachbarte Spaltöffnungen und Langzellen führt, während in der anderen Langzellen mit zweizelligen Winkelhaaren abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Wie auf der Unterseite.

Die Langzellen besitzen stark wellige und getüpfelte Radialwände. Nur in den Reihen, welche den Gelenkzellen benachbart sind, besitzen die Langzellen annähernd glatte Wandungen.

7. *Eragrotis elegans* Nees.

Fundort: Ex horto Esslingensis.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich E. elegans der vorher besprochenen Art an. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 4—5. Das den Sieb- und Gefäßteil eines Bündels trennende Band besteht aus nur schwach verdickten Parenchymzellen. Die Mestomscheiden zeigen denselben Bau wie bei E. major. Die deutlich ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen aus großen chlorophyllführenden Zellen. Die nur mäßig entwickelten Bastelemente sind in derselben Weise angeordnet wie bei E. major. Bei schwächeren Bündeln wird auch hier der Gurtungsverband zum Teil durch chlorophyllgrünes Gewebe vermittelt. Das Assimilationsgewebe ist ebenso ausgebildet wie bei E. mexicana (cf. pag. 41). Die Gelenkzellen besitzen recht ansehnliche Größe. Ihnen schließen sich die übrigen sehr dünnwandigen Epidermiszellen der Oberseite an, welche in der Nähe der Gelenkzellen, wie diese, blasig vorgewölbt erscheinen, während die Zellen über den Gurtungen zum größten Teil zu Trichomen entwickelt sind. Die Epidermiszellen der Unterseite sind meist etwas kleiner aber ebenfalls relativ dünnwandig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen regelmäßig ab. Letztere zeigen dieselbe Anordnung der verschiedenen Zellformen wie die Reihen über Bast der Unterseite bei E. oxylepis.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym zeigen im wesentlichen ebenfalls denselben Bau wie die entsprechenden Streifen bei E. oxylepis. Zu erwähnen ist jedoch, daß die Anordnung der Zellformen eine weniger regelmäßige ist. Ein Teil der Kurzzellen ist zu zweizelligen Winkelhaaren entwickelt.

3. Randstreifen: Wie früher.

Die Langzellen zeigen eine starke Wellung bis knotige Verdickung ihrer Radialwände, verbunden mit sehr regelmäßig auftretender Tüpfelung.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast der Oberseite wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen. Letztere enthalten folgende Zellformen: 1. Langzellen, 2. Stachelhaare, 3. Korkzellen von elliptischer bis quadratischer Form, 4. Sattelzellen. Die Anordnung dieser Elemente ist sehr verschieden, entweder 1, 4, 3, 1, 2, 1, 4, 3, 1, 2 etc. oder 1, 2, 1, 2 etc. oder 1, 2, 1, 4, 1, 2, 1, 4 etc. Die Wände der Langzellen sind annähernd glatt.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym der Oberseite stimmen völlig mit denen bei E. oxylepis überein.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. Epidermis der Unterseite.

8. *Eragrotis minor* Host.

Fundort: Rheinufer bei Maxau (Kneucker Nr. 117).

Querschnitt: In der Gesamtform stimmt E. minor mit der eben beschriebenen Art überein. Gefäß- und Siebteil sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3—4. Die Mestomscheiden bestehen aus großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen. Die sehr gut ausgeprägten Parenchymscheiden werden von großen, relativ dickwandigen Zellen gebildet, die für gewöhnlich sämtlich Chlorophyll enthalten. Die Scheiden der schwächeren Bündel dagegen sind häufig im unteren Teile farblos.[1] Das Assimilationsgewebe zeigt noch ziemlich denselben Bau

[1] cf. Douval-Jouve pag. 329

wie bei E. elegans u. a. Doch haben die Zellen, welche an die Parenchymscheiden und Bastgurtungen angrenzen, eine, wenn auch nur geringe Streckung in radialer Richtung erfahren. Das nur sehr schwach entwickelte mechanische Gewebe zeigt dieselbe Anordnung wie bei den vorher besprochenen Arten, doch sind die nur spärlich vorhandenen Bastelemente relativ dünnwandig. Auch hier wird der Gurtungsverband teilweise durch Chlorophyllparenchym vermittelt. Die Randgurtungen erscheinen im Querschnitt aus nur 2—3 Zellen bestehend. Die Gelenkzellen besitzen eine außerordentliche Größe, die sich ihnen anschließenden Epidermiszellen sind ebenfalls recht groß und sehr dünnwandig. Die Epidermiszellen der Unterseite dagegen sind kleiner und besitzen etwas stärkere Wandungen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen unregelmäßig ab. Letztere bestehen aus 1. Langzellen, 2. Kieselzellen, 3. Korkzellen. Die Anordnung (1, 2, 3, 1, 2, 3) dieser Elemente ist ziemlich regelmäßig, doch ist die Form der Kieselzellen sehr wechselnd. Es kommen sowohl Hantelzellen und Sattelzellen als auch elliptische bis rundliche, ja sogar sternförmige Kieselzellen vor. Dementsprechend ist die Form der Korkzellen ebenfalls sehr verschieden.

2. Streifen über Parenchym: Vergleiche E. oxylepis pag. 41.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen über Bast, doch treten neben den Randstachelhaaren noch jene eigentümlich knollenartigen Gebilde auf (die sich übrigens auch zuweilen in den Streifen über Bast finden) deren schon bei Besprechung von E. major (pag. 41) Erwähnung getan wurde.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Oberseite bestehen nur aus gemischten Reihen, die, außer den auch den entsprechenden Streifen der Unterseite eigenen Elementen, noch Baststachelhaare führen. Die Anordnung der verschiedenen Zellformen ist sehr wechselnd.

2. Streifen über Parenchym: Vergleiche E. oxylepis pag. 42.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie auf der Unterseite. Es sei noch bemerkt, daß vielfach in den Außenwänden der Epidermiszellen Poren auftreten.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der Arten, welche der ersten Klasse der Savannengräser angehören.

9. *Eragrotis abessinica* Link (Taf. V, Fig. 32 bis 34).

Fundort: In Abyssinia colitur.

Gesamtform: Die Blattoberfläche ist schwach rinnig vertieft (cf. Fig. 33). Am Grunde jeder Rinne zwischen je zwei Prismen findet sich eine Gruppe ziemlich großer Gelenkzellen (gl). Die Mittelrippe, welche stark über das Niveau der unteren Blattfläche hervortritt, führt reichliches Wassergewebe (Fig. 32 wg), welches an der Oberseite durch ein Bastband (mg) geschützt ist. An der Unterseite finden sich mehrere, mit mechanischen Elementen in Verbindung stehende Mestombündel. Die Parenchymscheiden der Lamina bestehen aus großen, relativ dickwandigen, chlorophyllführenden Zellen (Fig. 33 psch). Die mechanischen Elemente, welche relativ stark entwickelt sind, besitzen die Form I-förmiger Träger, deren Gurtungsband meist nur durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt wird. Selten ist (bei den schwächeren Bündeln) auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Die Mestomscheiden der stärkeren Bündel werden im Bereich des Hadroms aus großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen gebildet, während im Bereich des Leptoms die hier meist mehrschichtige Scheide aus kleineren, dickwandigen Zellen besteht. Die Scheiden der schwächeren Bündel dagegen bestehen durchweg aus ziemlich großlumigen und relativ dünnwandigen Zellen (cf. Fig. 33).

Die Mittelrippe:[1] Die Mittelrippe stellt in ihrer Gesamtheit einen großen ▽förmigen Träger dar, dessen Füllung von farblosen Zellen gebildet wird, deren Kanten collenchymatisch verdickt sind. Auf der

[1] cf. Triodia cuprea pag. 30.

Zugseite befindet sich ein breites Bastband, während auf der Druckseite sich mehrere mit Mestom verbundene kleinere Träger finden, welche zusammen der unteren Gurtung eines einfachen Trägers in mechanischer Hinsicht entsprechen. (Zweiter Typus Schwendeners.[1]) Da der untere Teil der Mittelrippe vorzüglich auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen wird, für den oberen Teil aber die Biegungselastizität in erster Reihe in Frage kommt, ist die Quantität der Gewebe in den einzelnen Spreitenteilen eine verschiedene, derart, daß sie von der Basis nach der Spitze des Blattes zu an Mächtigkeit abnehmen. Aus diesem Umstande und der Tatsache, daß die Gefäßbündel, die von der Basis an isoliert sind, parallel nebeneinander herlaufen, erklärt es sich, daß im unteren Teile mehrerer Gefäßbündel und reichliches Wassergewebe vorhanden sind, während in der Nähe der Blattspitze nur ein Gefäßbündel auftritt und das Wassergewebe weniger mächtig entwickelt ist.

Es soll jetzt auf die verschiedenen Elemente, aus denen sich die Mittelrippe zusammensetzt, näher eingegangen werden.

1. **Wassergewebe**: Das Wassergewebe, welches den größten Raum in Anspruch nimmt, wird von großen isodiametrischen Zellen gebildet, deren dicke, glänzend weiße Wände aus reiner Zellulose bestehen. Nach der Oberseite zu nehmen die Zellen allmählich an Größe ab.

2. **Mestombündel**: Das mittelste der Mestombündel, das sich bis zur Blattspitze hinzieht, ist stets primär. Hadrom und Leptom sind durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Im Leptom treten vereinzelte dickwandige Zellen auf, während die größere Anzahl der Zellen desselben sehr dünnwandig sind. Die übrigen Mestombündel der Mittelrippe sind schwächer entwickelt. Ihnen fehlt das Hadrom und Leptom trennende Band dickwandiger Parenchymzellen.

3. **Mestomscheiden**: cf. pag. 43.

4. **Parenchymscheiden**: Die Parenchymscheide des primären Bündels ist unterseits durchbrochen, dagegen sind die Scheiden der schwächeren Bündel meist vollkommen geschlossen. Sie bestehen im oberen Teil der Scheide, der dem Wassergewebe angrenzt, aus farblosen Zellen, während der untere Scheidenteil aus chlorophyllhaltigen Zellen gebildet wird.

5. **Mechanisches Gewebe**: Unterhalb eines jeden Gefäßbündels befindet sich eine breite, in radialer Richtung nur wenig gestreckte Gurtung, die von typischen Bastelementen gebildet wird. Die Gurtung des primären Bündels ist an der Stelle, wo sie der Epidermis angrenzt, zu einem ziemlich breiten Bande erweitert. Oberhalb des Wassergewebes zieht sich ein aus zwei bis drei Zellschichten gebildetes Bastband hin.

6. **Chlorophyllparenchym**: Das Assimilationsgewebe ist auf die Räume zwischen den Mestombündeln und deren Scheiden beschränkt. Es besteht aus kleinen isodiametrischen Zellen.

Die übrige Lamina: Bezüglich des Baues der übrigen Lamina bleibt nur noch weniges zu sagen übrig. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 6. Das Hadrom und Leptom trennende Band dickwandiger Parenchymzellen ist auch hier bei den stärkeren Bündeln vorhanden. Die Parenchymscheiden stimmen mit denen der früher besprochenen Arten im wesentlichen überein; auffallend ist jedoch, daß hier die Scheiden der stärkeren Bündel im oberen Teile aus farblosen Zellen gebildet werden, während die Zellen der Scheiden der schwächeren Bündel sämtlich chlorophyllhaltig sind. Die mechanischen Elemente sind, wie schon pag. 43 erwähnt wurde, ziemlich stark entwickelt. Die obere Gurtung ist vielfach stärker ausgebildet als die untere. Die sichelförmigen Randgurtungen sind ebenfalls ziemlich stark entwickelt. Das Assimilationsgewebe besteht innerhalb der Prismen aus einem Kranz radial gestreckter Zellen (Fig. 33 chp), das oberhalb und unterhalb des Gefäßbündels von Bastelementen durchbrochen wird, unterhalb der Gelenkzellen dagegen finden sich isodiametrische Zellen. Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen stark verdickte Außenwände, während die Zellen der Oberseite, die zum großen Teil zu Trichomen ausgewachsen sind, relativ dünne Wände besitzen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit gemischten Reihen. Letztere zeigen denselben Bau wie bei E. major (cf. pag. 40).

[1] cf. 11 pag. 78.

2. Streifen über Parenchym. Es wechseln in den Streifen über Parenchym Reihen, welche aus Langzellen und rechteckigen Kurzzellen bestehen, mit Reihen, in denen Stomata und Langzellen aufeinander folgen. Die Kurzzellen, welche stets breiter als lang sind, erscheinen häufig zu zweizelligen, annähernd zylindrischen Winkelhaaren entwickelt.

3. Randstreifen. Abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, zeigen die Streifen an den Blatträndern denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Lang- und Korkzellen besitzen stark wellige und regelmäßig getüpfelte Wände.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen (Fig. 34): 1. In den Streifen über Bast der Unterseite wechseln ebenfalls reine Langzellreihen mit gemischten Reihen ab. Letztere bestehen jedoch aus Langzellen (l) mit annähernd glatten Wänden, Stachelhaaren und Sattelzellen (k). Die Anordnung dieser Zellelemente ist eine ziemlich unregelmäßige. Die Sattelzellen sind in weit geringerer Zahl vorhanden als die anderen beiden Zellformen. Erwähnen möchte ich noch, daß die Außenwände der Langzellen meist etwas blasig nach außen vorgewölbt sind.

2. Streifen über Parenchym: Die nur schmalen Streifen über Parenchym bestehen aus nur wenigen Reihen. Die den Gelenkzellen benachbarten Reihen werden von Langzellen mit glatten Wänden und Spaltöffnungen gebildet, während in den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, Langzellen mit Parenchymstachelhaaren wechseln. Hin und wieder tritt an die Stelle eines Stachelhaares ein zweizelliges Winkelhaar.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. Unterseite.

10. Eragrotis pilosa Beauv.

Fundort: Bozen in Südtirol.

E. pilosa stimmt im anatomischen Bau der Laubblätter mit E. abessinica völlig überein, nur sind die einzelnen Gewebe weniger stark entwickelt. Dies gilt in erster Reihe für das Wassergewebe der Mittelrippe und das mechanische Gewebe, ferner aber auch für den Grad der Verdickung der Epidermiszellen.

Da einerseits diese nur sehr geringen anatomischen Unterschiede als epharmonische oder Anpassungsmerkmale aufzufassen sind, andererseits aber auch in morphologischer Hinsicht sich nur sehr geringe Verschiedenheiten geltend machen, glaube ich, daß die beiden in Rede stehenden Gräser als Varietäten ein und derselben Art anzusprechen sind.[1]

II. Koeleria.

Wenn man von K. phleoides Pers., die der Klasse 1b der Wiesengräser unterzuordnen ist, absieht, gehören die untersuchten Arten zur zweiten Klasse der Steppengräser[2], die vorzüglich durch die stark rinnig vertiefte Blattform und das Auftreten reichlicher Bastelemente charakterisiert ist.

Ich möchte mit der Beschreibung der zur letztgenannten Gruppe gehörigen Arten beginnen.

Die stark rinnig vertieften Blattoberflächen zeigen am Grunde einer jeden Rinne je eine Gruppe meist kleiner Gelenkzellen. Die Prismen sind meist von auffallend verschiedener Größe. Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, doch finden sich kleinere Bündel häufig auch unterhalb der Gelenkzellen. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind meist durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt, zuweilen finden sich jedoch nur vereinzelte dickwandige Zellen auf der Grenze des Gefäß- und Siebteiles. Die Anordnung der ziemlich stark entwickelten mechanischen Elemente ist sehr charakteristisch. Sie sind in Gestalt breiter bandartiger Gurtungen ausgebildet, deren Zahl auf der Unterseite etwa doppelt so groß ist als auf der Oberseite. Die Anordnung der Gurtungen ist nun derart, daß jeder oberen Gurtung, die den Scheitel eines jeden Prismas einnimmt, eine Gurtung unterhalb des Mestom-

[1] cf. Engler Prantl. l. c. p. 69. [2] Die von Güntz untersuchten Arten K. setacea D. C. und K. glauca D. C. gehören zur dritten Klasse der Wiesengräser (cf. X).

bündels, welches das Prisma durchzieht, an der Unterseite entspricht. Die Gurtungen grenzen jedoch niemals den Scheiden des Bündels unmittelbar an, vielmehr wird die Füllung der I-förmigen Träger stets durch die Mestombündel in Kombination mit Chlorophyllparenchym hergestellt. Zwischen je zwei der genannten Träger findet sich, wie schon angedeutet wurde, je eine Gurtung an der Unterseite, die der Gelenkzellengruppe, welche sich zwischen den beiden Prismen befindet, opponiert ist. Zuweilen findet sich an Stelle der isolierten Bastgurtungen an der Unterseite ein kontinuierliches Bastband. Sämtliche Gurtungen bestehen aus typischen, fast lückenlos verbundenen Bastzellen. Die stets geschlossenen Mestomscheiden bestehen in allen Teilen aus gleichartigen Zellen, deren Innenwände erheblich stärker verdickt sind als die Außenwände. Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden werden von kleinen Zellen gebildet, die meist chlorophyllhaltend sind. Das Assimilationsgewebe setzt sich aus relativ großen, isodiametrischen Zellen zusammen; eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die kleinen Epidermiszellen, die oft blasig nach außen vorgewölbt sind, zeichnen sich durch große Dünnwandigkeit aus, doch sind die Außenwände der Zellen der Unterseite stets etwas stärker als auf der Oberseite.

1. *Koeleria cristata* Pers (Taf. VI, Fig. 38).

Fundort: Leopoldshafen in Baden (Kneucker Nr. 36).

Querschnitt[1]: Die Parenchymscheiden bestehen aus kleinen chlorophyllhaltigen Zellen. Das mechanische Gewebe ist in Form isolierter Gurtungen ausgebildet. Ein kontinuierliches Bastband an der Unterseite fehlt, wenn auch zuweilen eine Verschmelzung benachbarter Gurtungen eingetreten ist. Stets ist die Randgurtung mit den Gurtungen des am Blattrande befindlichen Mestombündels verschmolzen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die sehr breiten Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit schwach welligen und spärlich getüpfelten Wänden und Baststachelhaare regelmäßig abwechseln, doch treten zuweilen elliptische Korkzellen oder Borstenhaare an ihre Stelle.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln rechteckige bis sechseckige Langzellen, deren Wände gerade und nicht getüpfelt sind, mit Spaltöffnungen und Parenchymstachelhaaren sehr unregelmäßig ab. Entsprechend der nur geringen Ausdehnung des Assimilationsgewebes an der Unterseite sind diese Streifen nur von sehr mäßiger Breite.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen über Bast, es treten jedoch hier nicht zu Haaren entwickelte Korkzellen häufiger auf. Am äußersten Blattrande finden sich neben den Randstachelhaaren noch Borstenhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen und der Breite der über Parenchym befindlichen Epidermisstreifen, in denen die Spaltöffnungen die Parenchymstachelhaare bei weitem überwiegen, weist die Epidermis der Oberseite im wesentlichen denselben Bau auf wie die der Unterseite. Die Wände sämtlicher Zellen sind gerade und mit Tüpfeln versehen.

2. *Koeleria valesiaca* Gaud.

Fundort: Valesia (Kn. Nr. 126).

Querschnitt: Auf den Querschnitt betrachtet ist ein durchgreifender, wesentlicher Unterschied zwischen K. valesiaca und K. cristata nicht zu erkennen. Eine Verschmelzung zweier benachbarter Gurtungen habe ich hier nicht beobachten können. Das Randprisma besitzt häufig zwei Mestombündel.

Epidermis der Unterseite von der Fläche betrachtet: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit knotig verdickt erscheinenden Wänden und quadratische bis rundliche Kieselzellen ziemlich regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym. Die den Streifen über Bast benachbarten Reihen bestehen vorwiegend aus rechteckigen Langzellen mit gewellten Wänden und sehr regelmäßiger Tüpfelung. Hin und wieder findet sich zwischen den Langzellen eine rechteckige Kurzzelle, die stets breiter als lang ist. In den mittleren

[1] Ich beschränke mich in Folgendem darauf, die Abweichungen von dem oben geschilderten Bau anzugeben.

Reihen eines jeden Streifens dagegen wechseln Langzellen und Stomata ziemlich regelmäßig ab. Doch tritt auch hier zuweilen eine rechteckige Kurzzelle an Stelle einer Spaltöffnung.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem Vorkommen von Randstachelhaaren und Borstenhaaren am äußersten Blattrande stimmen die Randstreifen mit den Streifen über Bast überein.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt einen ganz ähnlichen Bau wie bei K. cristata, doch sind die Wände der Zellen über Bast schwach wellig und die elliptischen Kurzzellen nur selten zu Haaren ausgewachsen. Die Streifen über Parenchym unterscheiden sich von den entsprechenden Streifen bei K. cristata nur durch das gelegentliche Auftreten rechteckiger Kurzzellen an Stelle der Parenchymstachelhaare.

3. Koeleria albescens D. C. (Taf. V, Fig. 35).

Fundort: Biaritz.

Querschnitt: Unterhalb einer Gelenkzellengruppe tritt nur in sehr vereinzelten Fällen ein Gefäßbündel auf. Die sieben Prismen, welche das Blatt aufweist, zeigen bezüglich der Größe keine so bedeutenden Unterschiede, wie bei den vorher beschriebenen Arten. Die Bastgurtungen sind isoliert, mit Ausnahme der sehr starken Randgurtungen, die mit den Gurtungen des dem Rande zunächst liegenden Mestombündels verschmolzen sind. Die wenig ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen aus kleinen farblos erscheinenden Zellen. Die Gelenkzellen zeichnen sich durch auffallende Kleinheit aus. Die übrigen Epidermiszellen besitzen relativ starke Wände.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit rundlichen Kieselzellen ab, denen sich zuweilen noch eine annähernd rechteckige Korkzelle anschließt. Selten sind die Kurzzellen zu Stachel- oder Borstenhaaren entwickelt. Die Langzellen besitzen stark knotig erscheinende, sehr regelmäßig getüpfelte Radialwände.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln rechteckige Langzellen mit gewellten und getüpfelten Wänden und kurzspitzige Parenchymstachelhaare sehr regelmäßig ab. Die Spaltöffnungen fehlen gänzlich.

3. Randstreifen: Die Randstreifen bestehen vorwiegend aus Langzellen, von dem soeben beschriebenen Aussehen. Selten tritt eine Korkzelle auf. Am äußersten Blattrande befinden sich mächtige Stachelhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit gewellten Wänden und Borstenhaare sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln Langzellen, deren Wände nicht gewellt und sehr dünn sind, mit Spaltöffnungen und Borstenhaaren unregelmäßig ab. Die in der Nähe der Gelenkzellen befindlichen Reihen führen dagegen nur Langzellen und Stomata, die sehr regelmäßig alternieren.

3. Gelenkzellstreifen: cf. p. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren denselben Bau wie die Streifen über Bast.

4. Koeleria caudata Steudel.

Fundort: Granada (Kn. Nr. 347).

Querschnitt: K. caudata unterscheidet sich, im Querschnitt betrachtet, von den bisher besprochenen Arten vorzüglich durch das kontinuierliche Bastband, das sich an der Epidermis der Unterseite hinzieht. Dasselbe verbreitert sich am Blattrande und ist noch mit der oberen Gurtung des letzten Bündels verschmolzen. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur sehr wenig ausgeprägt. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Bezüglich der Zahl der Prismen (meist nur 5) steht K. caudata noch hinter K. albescens zurück.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit welligen Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig ab. Selten tritt an die Stelle eines Stachelhaares eine elliptische Kurzzelle.

2. Streifen über Parenchym: Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit glatten Wänden, Spaltöffnungen, rechteckigen Kurzzellen und Parenchymstachelhaare. Die Anordnung dieser Zellformen ist ziemlich regellos.

3. Randstreifen: In den Reihen am Blattrande wechseln Langzellen mit elliptischen Kurzzellen ziemlich regelmäßig ab, zuweilen tritt an die Stelle einer Kurzzelle ein Stachelhaar. Am äußersten Blattrande endlich wechseln Langzellen mit Randstachelhaaren ab. Borstenhaare fehlen gänzlich.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Vorkommen der Gelenkzellen stimmt die Epidermis der Oberseite mit der Unterseite im wesentlichen überein.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung von K. phleoides Pers, welche der Klasse I C. der Wiesengräser angehört.

5. Koeleria phleoides Pers. (Taf. VI, Fig. 39).

Fundort: Florenz.

Gesamtform: In den sehr weichen, leicht welkenden Blättern überwiegt das chlorophyllgrüne Gewebe die anderen Elemente bei weitem. Die Blattoberfläche ist schwach wellig. Zwischen je zwei Gefäßbündeln findet sich sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite des Blattes je eine Gruppe ziemlich großer Gelenkzellen (gl), die jedoch von der Fläche betrachtet die Gestalt von Langzellen besitzen. Sämtliche Epidermiszellen sind relativ groß, etwas blasig vorgewölbt und sehr dünnwandig. Die Mittelrippe tritt nur wenig über das Niveau der übrigen Blattfläche hervor. Die mechanischen Elemente sind nur gering entwickelt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom, die ziemlich gleich stark entwickelt sind, sind nicht durch dickwandige Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden bestehen aus gleichartigen Zellen, deren Innenwände weit dicker sind als die Außenwände.

Parenchymscheide: Die sehr wenig ausgeprägten Parenchymscheiden werden von isodiametrischen chlorophyllhaltigen Zellen gebildet, die besonders unterhalb des zugehörigen Bündels seltener auch oberhalb stärker verdickt sind.

Mechanisches Gewebe: Das mechanische Gewebe ist in Gestalt I-förmiger Träger ausgebildet, deren Gurtungsverband entweder nur durch die Gefäßbündel oder durch diese in Kombination mit Chlorophyllparenchym gebildet wird. Die Gurtungen werden jedoch nicht von typischen Bastzellen, sondern von dickwandigen, farblosen Parenchymzellen gebildet. Ob diese Zellen gleichzeitig auch eine wasserspeiende Funktion besitzen, bleibt dahingestellt. Die Randgurtungen sind nur sehr schwach entwickelt.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe besteht aus großen, mit Auslappungen versehenen, sternartigen Zellen (chp), die nur sehr locker miteinander in Verbindung stehen, so daß sehr große Intercellularen (i) vorhanden sind.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln rechteckige oder sechseckige Langzellen, deren Wände schwach gewellt sind, mit rechteckigen oder elliptischen Korkzellen von sehr wechselnder Größe unregelmäßig miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: Es wechseln in den Streifen über Parenchym sechseckige Langzellen, deren Radialwände gerade, sehr dünn und nicht getüpfelt sind, mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellenstreifen: Von der Fläche betrachtet sehen die Gelenkzellen den gewöhnlichen Langzellen sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich von ihnen jedoch durch die nur sehr geringe Dicke der Radialwände.

4. Randstreifen: In den Reihen an den Blatträndern wechseln rechteckige Langzellen, deren Radialwände ziemlich stark gewellt sind, mit Baststachelhaaren ab. Am äußersten Blattrande treten jedoch derbere Randstachelhaare an die Stelle der Baststachelhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt im wesentlichen denselben Bau wie die der Unterseite. Es ist jedoch zu erwähnen, daß in den Streifen über Bast Lang-

zellen, deren Radialwände nicht gewellt sind, und Baststachelhaare sehr regelmäßig abwechseln. Hin und wieder tritt ein langes Weichhaar (Polsterhaar) an die Stelle eines Stachelhaares.

III. Catabrosa.

Catabrosa aquatica Beauv. (Taf. VI, Fig. 40—42).

Fundort: Schlesien, Ohlau.

Gesamtform: C. aquatica gehört zur Klasse IIb der Wiesengräser. Die Mittelrippe tritt deutlich hervor (cf. Fig. 40), rechts und links von derselben finden sich große Gelenkzellen (gl) von typischem Bau. Die übrigen Epidermiszellen, welche über Parenchym ebenfalls eine ziemlich bedeutende Größe erreichen, sind ebenfalls relativ dünnwandig. Das Assimilationsgewebe überwiegt die nur gering entwickelten mechanischen Elemente.

Mestombündel: Das Verhältnis der stärkeren zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom sind meist durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Das Mestombündel der Mittelrippe ist stets primär.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden werden von gleichartigen Zellen gebildet, die eine starke Verdickung ihrer Innenwände erfahren haben.

Parenchymscheide: Die nur schwach ausgeprägte, nur wenig Chlorophyll enthaltende Parenchymscheide besteht aus ziemlich großen Zellen, welche, abgesehen von der etwas helleren Färbung, von dem anderen chlorophyllgrünen Gewebe nicht unterschieden sind.

Mechanisches Gewebe: Das mechanische Gewebe ist in Kombination mit den Mestombündeln und deren Scheiden in der Form I-förmiger Träger entwickelt. Doch bestehen die Gurtungen aus dickwandigen Parenchymzellen. Eigentliche Bastzellen fehlen. Nur in seltenen Fällen ist auch das grüne Gewebe an der Trägerbildung beteiligt. Die Randgurtungen sind nur schwach entwickelt.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe besteht aus polygonalen bis rundlichen, ziemlich locker verbundenen Zellen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus eigentümlich gestalteten, blasig vorgewölbten Zellen, die an der nach der Spitze des Blattes zugekehrten Seite weit breiter sind, als an der entgegengesetzten Seite.

2. Streifen über Parenchym: Die den Streifen über Bast benachbarten Reihen bestehen nur aus Langzellen von sechseckiger Gestalt, deren gerade Wände sehr dünn und nicht mit Poren versehen sind. In den mittleren Reihen dagegen wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

4. Streifen am Blattrande: Die Streifen am Blattrande bestehen aus Langzellen mit geraden Wänden. Am äußersten Ende finden sich Randstachelhaare.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen einen ganz ähnlichen Bau, doch finden sich über Bast nur Langzellen von gewöhnlicher Form. Über Parenchym treten zuweilen Weichhaare auf. Die Zellen der Unterseite sind im ganzen etwas kleiner und dickwandiger als die der Oberseite.

IV. Phippsia.[1]

Phippsia concinna Lindeb. = ***Catabrosa concinna*** Th. Fr.

Fundort: Spitzbergen, Adventsburg (Schwedische Polar-Expedition, Kneucker Nr. 130).

Gesamtform: P. concinna gehört ebenfalls zur Klasse IIb der Wiesengräser. Die Mittelrippe der sehr schmalen und höchstens 10 cm langen Blätter tritt deutlich hervor. Rechts und links von derselben

[1] Wie mir Professor Hackel freundlichst mitteilte, neigt man in neuester Zeit dazu, Catabrosa concinna Th. Fr. und Catabrosa algida Fr. unter dem Gattungsnamen Phippsia von Catabrosa abzutrennen.

befindet sich je eine Gruppe kleiner Gelenkzellen. Das mechanische Gewebe ist nur schwach entwickelt, dagegen ist das chloropyyllgrüne Gewebe sehr reichlich vorhanden.

Mestombündel: Es sind außer dem primären Bündel der Mittelrippe in jeder Spreitenhälfte drei Gefäßbündel vorhanden, von denen die beiden ersten sekundär sind, während das dem Blattrande benachbarte stets tertiär entwickelt ist. Hadrom und Leptom sind nicht durch dickwandige Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide: Die Mestomscheide des primären Bündels ist gut ausgeprägt. Sie besteht aus gleichartigen Zellen, deren Innenwände nur wenig stärker sind als die Außenwände. Bei den schwächeren Bündeln dagegen ist die Mestomscheide meist nur sehr schwach entwickelt und von den angrenzenden Zellen des Mestombündels kaum zu unterscheiden.

Parenchymscheide: Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind ziemlich gut ausgebildet. Sie bestehen aus rundlichen, fast lückenlos verbundenen Zellen.

Mechanisches Gewebe: Wie schon oben angedeutet wurde sind die mechanischen Elemente nur sehr spärlich vorhanden. Unterhalb des Mestombündels der Mittelrippe befindet sich eine im Querschnitt aus nur 3—6 Zellen gebildete Gurtung. Die Randgurtungen erscheinen im Querschnitt betrachtet sogar meist nur aus 2 Zellen gebildet. Der übrigen Lamina fehlen die mechanischen Elemente.

Chlorophyllparenchym: Das Assimilationsgewebe läßt eine, wenn auch nicht sehr deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym erkennen. Das Pallisadengewebe, das aus kubischen fast lückenlos verbundenen Zellen besteht, zieht sich in einer einschichtigen Lage an der Epidermis beider Blattseiten hin. Dem Pallisadengewebe schließt sich nach dem Innern des Blattes ein aus polygonalen bis rundlichen Zellen bestehendes lockeres Schwammparenchym an.

Epidermis im Querschnitt: Sämtliche Epidermiszellen sind relativ groß und dünnwandig. Rechts und links von der Mittelrippe befindet sich je eine Gruppe von Gelenkzellen, die nur wenig größer sind als die übrigen Epidermiszellen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Wenn man von den Gelenkzellen, welche von der Fläche betrachtet den pag. 7 beschriebenen Bau zeigen, absieht, wechseln in der Epidermis der Oberseite reine Langzellreihen mit Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen regelmäßig aufeinander folgen, ab. Die Langzellen, welche meist sechseckige Form besitzen, weisen gerade bis schwach wellige getüpfelte Wände auf.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt einen ganz analogen Bau, doch überwiegen hier die Langzellreihen.

Tabellarische Übersicht der Eragrosteae.

I. Eragrostis.

Blätter mit welliger, selten schwach rinnig vertiefter Oberfläche und meist wenig ausgeprägter Mittelrippe. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Bei einigen Arten tritt ein wenig ausgeprägtes hypodermales Wassergewebe auf. Die bei den meisten Arten sehr gut ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen aus großen, für gewöhnlich chlorophyllhaltenden Zellen. Die Scheiden der schwächeren Bündel sind häufig zum Teil farblos. Die Epidermiszellen sind meist ziemlich groß.

A. Die Mittelrippe, welche nur ein Gefäßbündel besitzt, tritt fast gar nicht hervor und ist frei von farblosem Parenchym.

a) Das Assimilationsgewebe ist nach dem Kranztypus gebaut. Unterhalb der Gelenkzellen findet sich ein allerdings nur mäßig entwickeltes hypodermales Wassergewebe.

1. Gelenkzellen klein, die Mestomscheiden bestehen nur aus großlumigen relativ dickwandigen Zellen. Mit Ausnahme der Randgurtungen fehlen eigentliche Bastelemente . . . . . E. reptans Nees.

2. Gelenkzellen groß. Die Mestomscheiden der stärkeren Bündel bestehen im oberen Teile aus großlumigen, relativ dünnwandigen Zellen, im unteren Teile dagegen sind die Zellen klein und dickwandig. Jedes Mestombündel steht mit mechanischen Elementen in Verbindung . . E. major Host.

b) Das Assimilationsgewebe besteht aus isodiametrischen Zellen. Eine besondere Gewebedifferenzierung ist nicht eingetreten. Hypodermales Wassergewebe fehlt.

α) Die Parenchymscheiden aus nur chlorophyllhaltigen Zellen gebildet.

3. Bastgurtungen oberhalb und unterhalb eines jeden Mestombündels . . E. Frankii Meyer.

4. . . . . E. elegans Lk.

5. Bastgurtungen bei schwächeren Bündeln häufig nur unterhalb derselben E. ciliaris Lk.

β) Die Parenchymscheiden sind teilweise oder ganz farblos.

6. Die Parenchymscheiden der stärkeren Bündel sind im oberen, die der schwächeren im unteren Teile farblos. Farbloses Parenchym fehlt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände . E. mexicana Lk.

7. Die Parenchymscheiden der stärkeren Bündel werden nur aus chlorophyllhaltigen Zellen gebildet. Die Parenchymscheiden der schwächeren Bündel dagegen sind im unteren Teile farblos. Farbloses Parenchym fehlt. Die einzelnen Mestomscheidenzellen besitzen gleich starke Wände E. minor Host.

8. Die Parenchymscheiden häufig ganz farblos, oberhalb derselben befindet sich farbloses Parenchym. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen gleich starke Wände . . . . . E. oxylepis Torr.

B. Die Mittelrippe, welche reichliches Wassergewebe und im unteren Spreitenteil mehrere Gefäßbündel besitzt, tritt scharf hervor . . . . . E. pilosa Beauv. = E. abessinica Lk.

II. Koeleria.

I. Sektion Airochloa Link: Blätter mit stark rinnig vertiefter Oberfläche. Am Grunde jeder Rinne befindet sich eine Gruppe von Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor. Die Bastelemente sind in Gestalt bandförmiger Gurtungen entwickelt, deren Zahl auf der Unterseite etwa doppelt so groß ist, als auf der Oberseite. In einigen Fällen findet sich an der Unterseite an Stelle isolierter Gurtungen ein kontinuierliches Bastband. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, häufig finden sich jedoch auch schwächere Gefäßbündel unterhalb der Gelenkzellen. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus isodiametrischen Zellen.

A. Das mechanische Gewebe ist in Gestalt isolierter Gurtungen ausgebildet. Zuweilen ist eine Verschmelzung benachbarter Gurtungen eingetreten, niemals aber findet sich auf der Unterseite ein kontinuierliches Bastband.

1. Die Randgurtungen sind stets mit den Gurtungen des dem Rande zunächst liegenden Mestombündels verschmolzen. Prismen von verschiedener Größe. Unterhalb einer Gelenkzellengruppe findet sich häufig ein Mestombündel. Epidermiszellen über Parenchym mit glatten Wänden . . . . . K. cristata Pers.

2. Die Randgurtungen sind nicht mit den Gurtungen des dem Rande zunächst liegenden Mestombündels verschmolzen. Prismen von verschiedener Größe. Häufig findet sich unterhalb einer Gelenkzellengruppe ein Mestombündel. Epidermiszellen über Parenchym mit gewellten Wänden . . . . . K. valesiaca Gaud.

3. Die Randgurtungen sind stets mit den Gurtungen des letzten dem Rande benachbarten Mestombündels verschmolzen. Prismen von annähernd gleicher Größe. Mestombündel unterhalb der Gelenkzellen nur sehr selten. Epidermis-

zellen der Oberseite über Parenchym mit glatten Wänden, der Unterseite mit gewellten Wänden . . . . . K. albescens D. C.

B. An der Unterseite des Blattes findet sich ein kontinuierliches Bastband. Die Zahl der Prismen gering. Epidermiszellen über Parenchym mit glatten Wänden K. caudata Sten.

II. Sektion Lophochloa Reichenb. Dünne, sehr leicht welkende Blätter mit schwach welliger Oberfläche. Typische Bastelemente fehlen. Zwischen je zwei Prismen finden sich auf beiden Blattseiten Gelenkzellengruppen. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die Parenchymscheiden sind sehr wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus sternartigen Zellen. Die Mittelrippe des Blattes tritt wenig hervor . . . . . K. phleoides Pers.

III. Catabrosa.

Sehr weiche, leicht welkende Blätter mit deutlich ausgeprägter Mittelrippe und annähernd glatter Oberfläche. Rechts und links von der Mittelrippe befindet sich je eine Gruppe von Gelenkzellen, der übrigen Lamina fehlen die Gelenkzellen. Epidermis groß und dünnwandig. Die mechanischen Elemente sind sehr spärlich vorhanden.

1. Die Bastelemente sind mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden C. aquatica P. B.
2. Die nur sehr spärlich vorhandenen Bastelemente nicht mit den Mestombündeln verbunden . . . . . C. concinna Fr. = Phippsia concinna Lindeb.

Überblickt man die vorstehende Tabelle, so fällt zunächst auf, daß die Gattung Eragrostis von den folgenden Gattungen auch auf Grund der anatomischen Struktur der Blattorgane sich sehr gut trennen läßt. Morphologisch ist ja Eragrostis ebenfalls sehr gut charakterisiert.[1] Die Gattung Koeleria ist von Catabrosa weniger leicht auf Grund des anatomischen Baues der Laubblätter zu trennen, morphologisch dagegen sind ziemlich bedeutende Differenzen vorhanden. Catabrosa und Phippsia endlich stimmen sowohl morphologisch als auch anatomisch in so vielen Merkmalen überein, daß eine Abtrennung der Catabrosa concinna unter dem Gattungsnamen Phippsia mir nicht gerechtfertigt erscheint.

Die einzelnen Arten innerhalb einer Gattung sind anatomisch nur zum Teil gut charakterisiert. Besonders schwach sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten in der Gruppe A b der Gattung Eragrostis und der Gruppe A der Gattung Koeleria. Morphologisch dagegen sind die Arten der genannten Gruppen ziemlich gut charakterisiert.

Die einzelnen Arten einer Sektion sind bei Eragrostis anatomisch von den Arten einer anderen Sektion nicht zu trennen. Dagegen sind die Sektionen der Gattung Koeleria auch anatomisch gut unterschieden.

F. Meliceae.

Melica.

Sämtliche untersuchten Arten gehören zur Gruppe der Wiesengräser und zwar zur Klasse I b und Klasse III.

Ich möchte mit der Beschreibung der Arten beginnen, welche der letztgenannten Klasse angehören.

Die Blätter besitzen mehr oder weniger stark rinnig vertiefte Oberflächen. Am Grunde jeder Rinne befindet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, unterhalb der Gelenkzellen dagegen finden sich in der Regel keine Gefäßbündel. Die Zellen der

[1] cf. Engler Prantl. l. c. pag. 68 e. s.

Mestomscheiden besitzen allseitig gleich stark verdickte Wände. Die chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden sind wenig ausgeprägt. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt und wird häufig nur von dickwandigen Parenchymzellen gebildet. Das Assimilationsgewebe, welches ein ziemlich festes Gefüge aufweist, besteht aus polygonalen bis rundlichen Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist selten eingetreten. Die Epidermiszellen der Oberseite, welche häufig reichliche Trichombildung besitzt, sind meist groß und dünnwandig; die Zellen der Unterseite dagegen sind meist kleiner und haben stets eine starke Verdickung ihrer Wandungen erfahren.

Nach dieser kurzen Charakteristik der Gesamtform wende ich mich jetzt zur Besprechung der einzelnen Arten.

1. Melica Bauhini Alb. (Taf. VI u. VII, Fig. 44 u. 45).

Fundort: Ligurien (Kneucker Nr. 260).

Querschnitt: Die Blätter besitzen stark rinnig vertiefte Oberflächen. Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor. Die Gelenkzellen sind von ziemlich bedeutender Größe (Fig. 45 gl). Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Hadrom und Leptom der stärkeren Gefäßbündel sind durch ein oft zweischichtiges Band mäßig verdickter Parenchymzellen getrennt. Das mechanische Gewebe (mg) ist mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden, deren Füllung nur von den Mestombündeln und deren Scheiden gebildet wird. Die obere Gurtung ist in ein einschichtiges Band erweitert, das sich am Prismenscheitel hinzieht. Die untere Gurtung hat in der Nähe der Epidermis eine geringere Verbreiterung erfahren. Außer den mit Mestom kombinierten Gurtungen findet sich an der Epidermis der Unterseite gegenüber einer jeden Gelenkzellengruppe eine im Querschnitt meist nur aus zwei Zellen gebildete Gurtung (Fig. 45). Schließlich sei noch der Randgurtungen gedacht, die ziemlich stark entwickelt sind. Sämtliche Gurtungen werden von dickwandigen Parenchymzellen gebildet. Typische Bastzellen fehlen. Die nur wenig ausgeprägte Parenchymscheide besteht im oberen Teile stets aus farblosen Zellen. Das Assimilationsgewebe besteht aus ziemlich locker verbundenen polygonalen bis rundlichen Zellen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast werden von Reihen gebildet, in denen rechteckige Langzellen mit welligen und getüpfelten Wänden und Kurzzellen, die zum größten Teil zu Borstenhaaren, zum geringeren zu Stachelhaaren entwickelt sind, abwechseln. Hin und wieder findet sich ein sehr langes Weichhaar.

2. Streifen über Parenchym: Die sehr schmalen Streifen an den Prismenflanken bestehen aus Langzellen mit annähernd glatten Wänden, die mit Borstenhaaren und Spaltöffnungen sehr unregelmäßig abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Abgesehen von dem Vorkommen von Randstachelhaaren zeigen die Randstreifen denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Unterseite weisen reine Langzellreihen und gemischte Reihen auf. In letzteren wechseln Langzellen mit stark welligen bis knotig verdickten Radialwänden mit Hantelzellen ziemlich regelmäßig ab, doch tritt hin und wieder ein Baststachelhaar an die Stelle einer Hantelzelle.

2. Sreifen über Parenchym: Die Epidermis der Unterseite über Parenchym besteht aus rechteckigen Langzellen mit knotig verdickt erscheinenden und getüpfelten Wänden, die mit Kurzzellen von rechteckiger Form sehr regelmäßig abwechseln. Die Spaltöffnungen fehlen gänzlich.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem Auftreten der Randstachelhaare weisen die Randstreifen denselben Bau auf, wie die Streifen über Bast.

2. Melica ciliata L. (Taf. VI, Fig. 43).

Fundort: Coblenz.

Querschnitt (Fig. 43): Da M. ciliata mit M. Bauhini in einer großen Anzahl von Merkmalen übereinstimmt, sollen hier nur die Unterschiede zwischen beiden Arten hervorgehoben werden. Trotz der rinnigen

Vertiefung der Oberfläche, die allerdings weit schwächer ist, als bei M. Bauhini, tritt die deutlich ausgeprägte Mittelrippe scharf nach unten hervor. Die oberhalb der Mestombündel befindlichen Gurtungen sind meist in ein Band verbreitert, dagegen sind die mechanischen Elemente im ganzen etwas stärker entwickelt. Die unterhalb des Mestombündels der Mittelrippe befindliche Gurtung zeigt sogar eine recht bedeutende Ausdehnung. An der Trägerbildung ist bei schwächeren Bündeln auch das Chlorophyllparenchym beteiligt. Mit Ausnahme der stark entwickelten Randgurtungen sind die mechanischen Elemente stets mit Mestom verbunden, unterhalb der Gelenkzellen fehlen mechanische Elemente. Das Assimilationsgewebe zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe (eigentliches Assimilationsgewebe) und Schwammparenchym (Zuleitungsgewebe).[1] Das Pallisadengewebe besteht aus senkrecht zur Oberfläche des Blattes gestreckten, fast lückenlos miteinander verbundenen Zellen. Es zieht sich in einer einschichtigen Lage an der Epidermis beider Blattseiten hin. Das Schwammparenchym, welches die Räume zwischen den Trägern ausfüllt, besteht aus isodiametrischen Zellen. Die Gelenkzellen sind nur von mäßiger Größe. Besonders klein sind die Gelenkzellen neben der Mittelrippe und die dem Blattrande zunächst liegenden.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt denselben Bau wie bei M. Bauhini.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Epidermisstreifen der Unterseite über Bast bestehen aus Langzellen mit stark welligen Wänden, Baststachelhaaren, Hantelzellen und rechteckigen Kurzzellen. Die Anordnung dieser Zellformen ist ziemlich regellos. Es ist jedoch zu erwähnen, daß Langzellen und Stachelhaare die vorherrschenden Elemente sind.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen bei M. Bauhini.

3. Randstreifen: Die Streifen am Blattrande sind, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren ebenso gebaut, wie die Streifen über Bast.

3. Melica ciliata L. *var. Nebrodensis* Parlat.

Fundort: Baden (Kneucker Nr. 38).

M. ciliata var. Nebrodensis stimmt, auf dem Querschnitt betrachtet, in der anatomischen Struktur der Blattorgane mit M. Bauhini fast völlig überein. Sie unterscheidet sich von der letztgenannten Art nur durch die noch geringere Wanddicke der mechanischen (Parenchym-) Zellen.

Im Bau der Epidermis dagegen stimmt sie mit M. ciliata typica überein.

4. Melica Harfordii Boland.

Fundort: Klikitat County (Flora of Washington).

Abgesehen von der schwächer rinnigen Vertiefung der Oberfläche und dem scharfen Hervortreten der Mittelrippe, sowie von dem Fehlen von dickwandigeren Zellen an der Unterseite gegenüber den Gelenkzellen — Merkmale, die M. Harfordii mit M. ciliata teilt — stimmt die oben genannte Art mit M. Bauhini im wesentlichen überein.

Da die bisher besprochenen Arten morphologisch sehr nahe stehen, der anatomische Bau der Blattorgane ebenfalls keinerlei Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Arten bietet, da ja die Unterschiede zwischen Varietäten ein und derselben Art (Melica ciliata typica und M. c. var. Nebrodensis) mindestens ebenso groß sind, als die zwischen verschiedenen Arten, so glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, daß es sich hier um Varietäten oder Subspezies ein und derselben Art (M. ciliata) handelt.

5. Melica macra Nees.

Fundort: Cordoba in Argentinien (Kneucker Nr. 262).

Querschnitt: Die Blätter besitzen stark rinnig vertiefte Oberflächen. Die Mittelrippe tritt fast gar nicht hervor. Die kleinen Gelenkzellen (gl), welche am Grunde einer jeden Rinne zu einer Gruppe vereint

[1] Haberlandt Typus 9. cf. IV pag. 130.

sind, zeichnen sich durch relativ dicke Wände aus. Das Verhältnis der primären Mestombündel zu den schwächeren ist 1 : 1. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein Band mäßig verdickter Zellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen allseitig gleich stark verdickte Wände. Die von Bastelementen an der Unterseite durchbrochenen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Sie bestehen aus in tangentialer Richtung gestreckten, chlorophyllhaltigen Zellen. Das mechanische Gewebe (mg), das mit den Mestombündeln und deren Scheiden zu I-förmigen Trägern verbunden, ist ziemlich stark entwickelt. Die obere Gurtung erscheint, auf dem Querschnitt betrachtet, etwa doppelt so lang als die untere Gurtung. Letztere besteht nur aus dickwandigen, kleinen Bastelementen, während die obere Gurtung zum größten Teil von dickwandigen Parenchymzellen, die ziemlich große Zellhöhlungen aufweisen, gebildet wird, nur in dem Teil, der der Epidermis angrenzt, besteht auch die obere Gurtung aus kleinen, dickwandigen, fast lückenlos verbundenen Bastelementen. Die Randgurtungen, welche ebenfalls von kleinen dickwandigen Zellen gebildet werden, sind ziemlich stark entwickelt. Das Assimilationsgewebe besteht aus polygonalen, unterhalb der Gelenkzellen oft tangential gestreckten, locker verbundenen Zellen. Die Epidermiszellen der Oberseite sind (mit Ausnahme der Gelenkzellen) relativ klein und oberhalb der Gurtungen ziemlich stark verdickt. Die Epidermiszellen der Unterseite über Parenchym fallen durch ihre außerordentliche Größe und die sehr starke Verdickung ihrer Wandungen auf (Fig. 46), besonders haben die Außenwände eine ganz enorme Verdickung erfahren. Die Zellen der Unterseite über Bast sind dagegen sehr klein, aber ebenfalls stark verdickt.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit knotig verdickten und getüpfelten Wänden mit rechteckigen bis elliptischen Kurzzellen und sehr breiten mächtigen Stachelhaaren unregelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen nur aus rechteckigen Langzellen mit glatten aber sehr dicken Wänden.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Am äußersten Blattrande befinden sich große Randstachelhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Langzellen und Baststachelhaare wechseln in den Reihen über Bast sehr regelmäßig ab, selten tritt eine rechteckige Kurzzelle an die Stelle eines Stachelhaares.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym, welche die Flanken der Prismen einnehmen, wechseln Langzellen, Parenchymstachelhaare und Spaltöffnungen unregelmäßig ab.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Abgesehen von dem Auftreten der Randstachelhaare sind die Randstreifen ebenso gebaut wie die Streifen über Bast.

6. Melica papilionacea L. *var. hyalina* Döll.

Fundort: Provinz Cordoba in Argentinien (Kneucker Nr. 261).

Querschnitt: Blätter mit rinnig vertiefter Oberfläche. Am Grunde jeder Rinne befindet sich eine Gruppe ziemlich großer, dünnwandiger Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt fast gar nicht hervor. Die mechanischen Elemente sind nur schwach entwickelt. Sie bestehen aus parenchymatischen Zellen, die eine nur mäßige Verdickung ihrer Wandungen erfahren haben. Außer den mit Mestom verbundenen Trägern, deren obere Gurtung in ein einschichtiges Band verbreitert ist, das sich am Scheitel eines jeden Prismas hinzieht, befinden sich kleine im Querschnitt aus nur 2—3 Zellen gebildete Gurtungen auf der Unterseite gegenüber den Gelenkzellengruppen. Die Gurtungen am Blattrande sind ebenfalls nur sehr schwach entwickelt. Die Mestombündel zeigen im wesentlichen denselben Bau wie bei den beiden vorhergehenden Arten. Die Mestomscheiden zeichnen sich durch die relativ große Dünnwandigkeit ihrer Zellen aus. Die chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe ist in den Prismen in Gestalt eines Kranzes angeordnet, der von radial zum Mestombündel gestreckten Zellen gebildet wird. Zwischen den Prismen finden sich an der Unterseite gestreckte pallisadenartige Zellen, während das den Gelenkzellen angrenzende Parenchym aus isodiametrischen Zellen besteht. Die Epidermiszellen der Oberseite sind klein

und dünnwandig; der größte Teil derselben ist zu Borstenhaaren ausgewachsen. Die Epidermiszellen der Unterseite sind etwas größer und haben stärkere Wände.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt im wesentlichen denselben Bau wie bei M. macra. Sie unterscheidet sich durch das Auftreten reiner Langzellreihen über Bast. Erwähnen möchte ich noch, daß die Baststachelhaare zum Teil mit der Spitze nach der Blattspitze, zum Teil nach der Blattbasis gerichtet sind.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit geraden Wänden und Borstenhaaren sehr regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: Die den Gelenkzellen benachbarten Reihen führen Langzellen mit geraden Wänden und Stomata, die sehr regelmäßig miteinander abwechseln. In den Reihen, welche den Streifen über Bast zunächst liegen, wechseln Langzellen mit Borstenhaaren und Parenchymstachelhaaren ab.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen sind ebenso gebaut wie die Streifen über Bast. Am äußersten Blattrande finden sich Randstachelhaare und Borstenhaare nebeneinander.

Betrachten wir die zur ersten Klasse der Wiesengräser gehörigen Arten, so fällt auch bei ihnen die große Übereinstimmung in der Gesamtform sofort auf. Die sehr dünnen Blätter besitzen ziemlich glatte parallel verlaufende Blattflächen. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite (zuweilen auch auf der Unterseite) Gelenkzellen, welche oft von beträchtlicher Größe erscheinen. Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor, ist jedoch stets gut ausgeprägt. Das Chlorophyllparenchym überwiegt die nur schwach entwickelten mechanischen Elemente. Die chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Hadrom und Leptom der primären Mestombündel sind stets durch ein zuweilen mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Epidermis besteht, mit Ausnahme der über Bast befindlichen Zellen, welche klein und ziemlich dickwandig sind, aus relativ großen, dünnwandigen Zellen. Es sei schließlich noch erwähnt, daß die Gelenkzellen, von der Fläche betrachtet (ähnlich wie bei Kozleria phleoides) ziemlich langgestreckt erscheinen.

7. *Melica altissima* L. (Taf. VII, Fig. 47—49).

Fundort: Komitat Pest in Ungarn auf Kalkboden (Kneucker Nr. 349).

Querschnitt: (Fig. 48). Die langen, breiten, sehr dünnen Blätter zeigen eine schwache Wellung beider Blattseiten, die durch das Hervortreten der mit primären Mestombündeln verbundenen Träger verursacht wird. Die Mittelrippe (Fig. 47) ist deutlich ausgeprägt und tritt auf der Unterseite des Blattes scharf hervor. Zwischen je zwei Gefäßbündeln der Lamina findet sich auf der Oberseite eine ausgedehnte Gruppe von Gelenkzellen (Fig. 48 gl), die, im Verhältnis zur Dicke des Blattes, eine sehr ansehnliche Größe besitzen. Rechts und links von der Mittelrippe dagegen sind die meist nur in geringer Zahl vorhandenen Gelenkzellen auf der Oberseite kaum größer als die benachbarten Zellen der Epidermis, doch finden sich auf der Unterseite rechts und links von der Mittelrippe ebenfalls große Gelenkzellen (Fig. 47) in je einer Gruppe angeordnet.[1] Das Verhältnis der primären Bündel zu den schwächeren ist 1 : 2—3. Die Mestomscheiden (Fig. 47 msch) werden aus ziemlich großlumigen, im ganzen Umkreise des Bündels gleichen Zellen gebildet, deren Wände allseitig gleich stark verdickt sind. Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden (Fig. 47 psch) sind im oberen Teile meist frei von Chlorophyll. Die den Gurtungen angrenzenden Zellen haben eine bedeutende Verdickung ihrer Wandungen erfahren. Das mechanische Gewebe (Fig. 47 mg), welches mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden ist, besteht aus relativ großlumigen, nur mäßig verdickten Zellen, die fast lückenlos aneinanderschließen. Die tertiären Mestombündel sind meist nicht mit Bastelementen in Verbindung. Relativ stark ist die untere Gurtung der Mittelrippe, während die

[1] Douval-Jouve schreibt M. altissima Gelenkzellen auf beiden Blattflächen zu, die einander gegenüberliegen („Bandes d'une face opposées à celles de l'autre face"). Dies gilt meiner Ansicht jedoch nur für die Mittelrippe, da die übrigen Epidermiszellen der Unterseite im Verhältnis zu den Gelenkzellen nur geringe Größe besitzen. cf. III p. 318 etc. et pag. 329.

Randgurtungen nur sehr schwach entwickelt sind. Entsprechend der nur geringen Dicke der Blätter besteht das Chlorophyllparenchym (Fig. 47 und 48 chp) meist nur aus drei bis vier Schichten. Die der Epidermis angrenzenden Schichten bestehen aus kubischen, fast lückenlos miteinander verbundenen Zellen (Pallisadengewebe), während die inneren Schichten aus in der Querrichtung des Blattes gestreckten und sehr locker verbundenen Zellen gebildet wird (Schwammparenchym).

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig ab. Hin und wieder tritt an die Stelle eines Stachelhaares ein langes Weichhaar.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen nur aus rechteckigen bis sechseckigen Langzellen mit glatten Wänden.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Am äußersten Rande finden sich nur Randstachelhaare.

4. Gelenkzellstreifen: Rechts und links von der Mittelrippe findet sich ein Streifen von Gelenkzellen, die langgestreckte Gestalt besitzen. An der Dünnwandigkeit ihrer oft verbogenen Radialwände sind sie jedoch leicht als Gelenkzellen zu erkennen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast (Fig. 49): In den Reihen über Bast treten Langzellen mit glatten Wänden, Kurzzellen, die etwas an Hantelzellen erinnern, mit gewellten Wänden und Stachelhaare auf. Die Anordnung dieser Zellformen ist ziemlich unregelmäßig.

2. Streifen über Parenchym: In den ziemlich schmalen Streifen über Parenchym wechseln Langzellen mit glatten Wänden und Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellstreifen: Die Gelenkzellstreifen der Oberseite zeigen denselben Bau wie auf der Unterseite.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren denselben Bau wie die Streifen über Bast.

S. Melica uniflora Retz.

Fundort: Schloßberg, Wildenhof.

Querschnitt: Da M. uniflora im wesentlichen mit M. altissima übereinstimmt, beschränke ich mich darauf, die nur geringen Unterschiede anzugeben. Die Gelenkzellen neben der Mittelrippe sind auch auf der Oberseite des Blattes von ansehnlicher Größe und in ziemlich großer Zahl vorhanden. Die Parenchymscheiden bestehen nur aus chlorophyllhaltigen Zellen. Die Zellen der Mestomscheiden sind etwas dickwandiger. Außer den mit Mestom verbundenen Bastelementen finden sich vereinzelte dickwandige Zellen unterhalb der Epidermis. Die Spaltöffnungen sind etwas nach dem Blattinneren zu eingesenkt.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus Langzellen mit geraden Wänden und Baststachelhaaren, die miteinander ziemlich regelmäßig abwechseln. Zuweilen tritt an die Stelle eines Stachelhaares ein Weichhaar.

2. Streifen über Parenchym: Neben den Streifen über Bast befindet sich je eine Reihe, in der Langzellen mit glatten Wänden und Spaltöffnungen[1] sehr regelmäßig abwechseln. In den übrigen Reihen alternieren Langzellen und Parenchymstachelhaare, zuweilen tritt an Stelle der letzteren ein Weichhaar auf.

3. Randstreifen: Die Streifen am Blattrande zeigen, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

4. Gelenkzellstreifen: Rechts und links von der Mittelrippe befindet sich ein Streifen von Gelenkzellen, die denselben Bau zeigen wie bei M. altissima.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich von der der Unterseite lediglich durch das Fehlen der Stomata und das Vorkommen der Gelenkzellen auch in der übrigen Lamina.

[1] Pfitzer (I pag. 556) will bei Melica uniflora Stomata nur auf der Oberseite beobachtet haben.

9. *Melica nutans* L.

Fundort: Groß Raum bei Königsberg.

Querschnitt: Da M. nutans mit den beiden vorhergehenden Arten vielfache Übereinstimmungen aufweist, wird es auch hier genügen, auf die nur geringen Unterschiede näher einzugehen. Beide Blattflächen sind völlig eben. Die Mittelrippe des Blattes tritt nur wenig hervor, ist jedoch gut ausgeprägt. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite ziemlich große Gelenkzellen. Der Unterseite dagegen fehlen die Gelenkzellen. Das mechanische Gewebe ist nur schwach entwickelt, doch finden sich außer den mit Mestom verbundenen Bastelementen dicht unter der Epidermis beider Blattseiten mehrere oder einzelne dickwandige Zellen. Die Randgurtungen sind nur schwach entwickelt. Die Zellen der Mestomscheiden zeichnen sich durch stark verdickte Innenwände aus. Die Parenchymscheiden bestehen nur aus chlorophyllgrünen Zellen. Das Chlorophyllparenchym besteht in den Blattpartien zwischen den Mestombündeln ebenfalls nur aus drei Zellschichten, die denselben Bau zeigen wie bei M. altissima.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen vorwiegend aus sechseckigen, seltener rechteckigen Langzellen, die mit rechteckigen Kurzzellen und Baststachelhaaren unregelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: In der Nähe der Streifen über Bast bestehen die Reihen über Parenchym aus sechseckigen Langzellen mit glatten Wänden, die mit Spaltöffnungen ziemlich regelmäßig abwechseln. Die Reihen in der Nähe der Gelenkzellen dagegen werden von schmalen, relativ dickwandigen, rechteckigen Langzellen gebildet, die mit Stachelhaaren sehr regelmäßig alternieren; doch tritt hin und wieder ein langes Weichhaar an die Stelle eines Stachelhaares.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellenstreifen zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die der vorher besprochenen Arten, doch zeigen sie bezüglich der Länge der Zellen große Verschiedenheiten.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Vorkommen ziemlich großer Randstachelhaare, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite wird von gleichartigen Reihen gebildet, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und rechteckige Kurzzellen ziemlich regelmäßig abwechseln. Hin und wieder tritt eine Spaltöffnung an die Stelle einer Kurzzelle. Die Zellen über Parenchym sind etwas breiter als die über Bast.

Tabellarische Übersicht der Melica-Arten.

Wiesengräser mit flacher oder rinnig vertiefter Blattoberfläche. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich an der Oberseite eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur schwach entwickelt. Typische Bastzellen fehlen oft gänzlich oder sind nur in geringer Zahl vorhanden. Die chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Epidermiszellen meist mit großen Lumen und dünnen Wänden. Trichombildung meist reichlich.

A. Blätter mit rinnig vertiefter Oberfläche. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Der Unterseite fehlen die Gelenkzellen.

I. Die Epidermis der Unterseite über Parenchym besteht aus ziemlich kleinen Zellen, deren Wände nur mäßig verdickt sind. Typische Bastelemente fehlen. Die Gelenkzellen sind groß und dünnwandig.

a) Das Assimilationsgewebe ist nicht nach dem Kranztypus gebaut. Die Mestomscheiden bestehen aus dickwandigen Zellen . . . . . M. ciliata[1] L.

1. Die obere Gurtung der mit Mestom verbundenen Träger ist in ein einschichtiges Band erweitert. Gegenüber den Gelenkzellen finden sich an der Unterseite keine dickwandigen Zellen. Das Assimilationsgewebe

[1] cf. pag. 54 unten.

zeigt keine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym. Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor . . . . . M. ciliata L. var. Bauhini All.

2. . . . . Melica ciliata L. var. nebrodensis Doell.

3. Obere Gurtung der Träger nicht in ein Band verbreitert. Gegenüber den Gelenkzellen an der Unterseite keine dickwandigen Zellen. Deutliche Sonderung des Assimilationsgewebes in Pallisaden- und Schwammparenchym. Mittelrippe scharf hervortretend . . . . . M. ciliata L. typica.

4. Obere Gurtung am Prismenscheitel sehr verbreitert. Gegenüber den Gelenkzellen, an der Unterseite keine dickwandigen Zellen. Assimilationsgewebe nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Mittelrippe scharf hervortretend . . . . . M. ciliata L. var. Harfordii Boland.

b) Das Assimilationsgewebe ist nach dem Kranztypus gebaut. Die Mestomscheiden bestehen aus relativ dünnwandigen Zellen.

5. Obere Gurtung der Träger in ein einschichtiges Band verbreitert. An der Unterseite, gegenüber den Gelenkzellen, finden sich dickwandige Zellen. Die Mittelrippe tritt fast gar nicht hervor . . . . . M. papilionacea L. var. hyalina Doell.

II. Die Epidermiszellen der Unterseite über Parenchym sind sehr groß und besitzen außerordentlich stark verdickte Außenwände. Das mechanische Gewebe wird zum großen Teil aus typischen Bastelementen gebildet. Die Gelenkzellen sind ziemlich klein und relativ dickwandig . . . . . M. macra Nees.

B. Blätter mit flacher Lamina. Außer den Gelenkzellen auf der Oberseite findet sich zuweilen auch auf der Unterseite rechts und links von der Mittelrippe je eine Gruppe von Gelenkzellen.

1. Die Parenchymscheiden sind im oberen Teile farblos. Mit Ausnahme der Randgurtungen sind die mechanischen Elemente stets mit Mestom verbunden. Die Mestomscheiden bestehen aus relativ dünnwandigen Zellen. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Oberseite. Rechts und links von der Mittelrippe findet sich auf der Unterseite je eine Gruppe von Gelenkzellen. Melica altissima L.

2. Die Parenchymscheiden bestehen nur aus chlorophyllgrünen Zellen. Außer den mit Mestom verbundenen Bastgurtungen finden sich vereinzelte dickwandige Zellen dicht unter der Epidermis beider Blattseiten. Spaltöffnungen sind nur auf der Unterseite vorhanden. Rechts und links von der Mittelrippe finden sich auf der Unterseite Gelenkzellen; die Mestomscheiden bestehen aus dickwandigen Zellen . . . . . M. uniflora Retz.

3. Die Parenchymscheiden bestehen aus chlorophyllgrünen Zellen. Außer den mit Mestom verbundenen Bastgurtungen finden sich vereinzelte dickwandige Zellen dicht unter der Epidermis beider Blattseiten. Die Mestomscheiden bestehen aus dickwandigen Zellen. Spaltöffnungen vorwiegend nur auf der Oberseite. Gelenkzellen auf der Unterseite fehlen . . . . . M. nutans L.

Aus der vorstehenden Tabelle ist ersichtlich, daß die Gruppen A und B sehr gut voneinander zu unterscheiden sind. Dieselben sind auch morphologisch leicht zu trennen. Die zur Gruppe A gehörenden Arten sind ebenfalls noch anatomisch ziemlich gut charakterisiert, wie sie ja auch morphologisch leicht voneinander getrennt werden können. Die zur Gruppe B gehörenden Arten dagegen zeigen sowohl anatomisch wie morphologisch nur geringere Unterschiede. Jedenfalls wird aber eine Berücksichtigung der anatomischen

Merkmale der Blattorgane neben den morphologischen der Blüte und Frucht usw. die Unterscheidung der letztgenannten Arten erleichtern.

G. Eufestuceae.[1]

I. Briza.[2]

Die untersuchten Arten der Gattung Briza, die ebenfalls zur Klasse I b der Wiesengräser gehören, schließen sich in der Gesamtform der letzten Gruppe von Melica eng an. Die Blätter besitzen flache oder doch nur schwach rinnige Blattoberflächen. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich auf der Oberseite eine Gruppe von Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur sehr schwach entwickelt. Sie sind in der Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung bei stärkeren Bündeln nur durch diese und deren Scheiden hergestellt wird, bei schwächeren Bündeln dagegen ist auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Mit Ausnahme der nur schwach entwickelten Randgurtungen fehlen mestomfreie Bastelemente. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2. Hadrom und Laptom sind niemals durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus ziemlich gleich großen Zellen, deren Innenwände stets bedeutend stärker verdickt sind als die Außenwände. Die sehr wenig ausgeprägten Parenchymscheiden sind stets chlorophyllhaltend. Das Chlorophyllparenchym, welches die Hauptmasse des Blattes ausmacht, besteht aus polygonalen bis rundlichen Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist meist nicht zu erkennen. Die Epidermiszellen sind meist großlumig und ziemlich dünnwandig. Die Radialwände der Epidermiszellen sind glatt oder nur sehr schwach wellig. Die Trichombildung ist nur sehr gering.

1. Briza media L.

Fundort: Österreich, Küstenland.

Querschnitt: Die Blätter besitzen schwach rinnig vertiefte Oberflächen. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe großer Gelenkzellen, die, von der Fläche betrachtet, annähernd quadratisch erscheinen. Die Mittelrippe ist nur wenig ausgeprägt. Das Chlorophyllparenchym zeigt eine nur undeutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen von rechteckiger bis sechseckiger Form mit geraden aber sehr regelmäßig getüpfelten Wänden und Baststachelhaare miteinander ab.

2. Streifen über der Mittelrippe: Der Streifen über der Mittelrippe wird nur von Langzellen gebildet, deren Wände gerade und getüpfelt sind.

3. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen in der Nähe der Streifen über Bast nur aus sechseckigen Langzellen mit glatten, getüpfelten Wänden. In den Reihen dagegen, welche den Gelenkzellen benachbart sind, wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

4. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

5. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen zeigt die Epidermis auf der Unterseite denselben Bau wie auf der Oberseite.

---

[1] Die Subtribus: Centotheceae konnte wegen Materialmangels nicht untersucht werden.

[2] Es standen mir nur 3 Arten aus der Sektion Eubriza und eine Art aus der Sektion Colotheca zur Verfügung.

2. *Briza maxima* L.

Fundort: Albiscola in Ligurien.

Querschnitt: Die Blätter besitzen annähernd glatte Flächen. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich auf der Oberseite eine ziemlich ausgedehnte Gruppe von Gelenkzellen, welche jedoch, von der Fläche betrachtet, langgestreckte Form besitzen. Die Mittelrippe des Blattes ist etwas deutlicher ausgeprägt wie bei B. media L. Das Chlorophyllparenchym besteht aus in tangentialer Richtung gestreckten, nur locker miteinander verbundenen Zellen. Die Epidermis zeigt, abgesehen von einer schwachen Wellung der Radialwände und dem schon erwähnten verschiedenen Aussehen der Gelenkzellen, denselben Bau wie bei B. media L.

3. *Briza minor* L.

Fundort: Bordighera (Kneucker 131).

Briza minor L. zeigt denselben Bau wie Briza maxima L.

4. *Briza triloba* Nees *var. pumilla* Hackel.

Fundort: Cordoba in Argentinien.

Querschnitt: Auf dem Querschnitt betrachtet, stimmt B. tribola mit B. media im anatomischen Bau der Blattorgane völlig überein.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt ebenfalls denselben Bau wie B. media.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Rechteckige Langzellen mit schwachwelligen Wänden wechseln in den Streifen über Bast mit nierenförmigen oder elliptischen Korkkurzzellen und rundlichen Kieselzellen ab. Oft tritt ein Baststachelhaar an die Stelle einer Kurzzelle.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast, nur sind hier die Baststachelhaare durch kurzspitzige Parenchymstachelhaare ersetzt.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

Wie aus den vorstehenden Zeilen ersichtlich ist, zeigen die untersuchten Arten der Gattung Briza in der anatomischen Struktur ihrer Blattorgane so große Übereinstimmungen, daß sie füglich zur Unterscheidung der Arten kaum dienen können. Morphologisch dagegen sind die genannten Arten sehr gut voneinander zu trennen.[1]

II. Poa.

Die Gattung Poa, neben Eragrostis die größte der Tribus, vereinigt in sich Arten, die trotz habituell großer Ähnlichkeit, sowohl in morphologischer Hinsicht als auch bezüglich der anatomischen Struktur der Laubblätter, ziemlich bedeutende Unterschiede aufweisen.

Sämtliche untersuchten Arten gehören zur ersten und zweiten Klasse der Wiesengräser. Die Blätter, die in der Knospenlage meist gefaltet[2] (vernation conduplicuée) seltener, eingerollt sind (vernation convolutive[2]), zeichen sich durch den Besitz ebener oder nur schwach welliger, annähernd parallel verlaufender Blattflächen aus. Die Mittelrippe des Blattes, welche stets nur von einem Mestombündel durchzogen wird, tritt mehr oder weniger scharf hervor. Die Quantität der Bastelemente schwankt bei den verschiedenen Arten innerhalb ziemlich weiter Grenzen, doch ist die Entwicklung des mechanischen Gewebes im großen und ganzen nur mäßig. Es ist in Kombination mit den Mestombündeln in Form I-förmiger Träger angeordnet. Das stets reichlich vorhandene Chlorophyllparenchym besteht aus polygonalen bis rundlichen, oft in der Querrichtung des Blattes gestreckten, ziemlich locker verbundenen Zellen. Selten ist eine scharfe Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym eingetreten. Hypodermales Wassergewebe fehlt,

[1] cf. Knuth, Enumeratio plantarum vol. I pag. 371, 372 et 375, ferner Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien pag. 74.

[2] cf. III pag. 301.

dagegen finden sich bei einigen Arten im Innern des Blattes zwischen je zwei Trägern Stränge farbloser zarter Parenchymzellen, deren Wände beim Älterwerden des Blattes zerreißen. Das Blatt erscheint alsdann von einer Anzahl längs verlaufender Luftkanäle durchzogen. Die meist Chlorophyll führenden Parenchymscheiden sind gewöhnlich nur schwach ausgeprägt. Die Mestomscheiden werden im ganzen Umkreise des zugehörigen Mestombündels von gleichen Zellen gebildet, deren Innenwände meist weit stärker verdickt sind als die Außenwände. Die Epidermiszellen sind meist großlumig und relativ dünnwandig.

Nach dieser allgemeinen Charakterisierung der Gattung wende ich mich jetzt zur Besprechung der zur ersten Klasse (b) gehörenden Arten.

Die Blätter besitzen eine schwach wellige Oberfläche. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich eine Gruppe großer Gelenkzellen. Die Mittelrippe ist deutlich ausgeprägt, tritt jedoch nicht scharf hervor. Das Chlorophyllparenchym überwiegt bei weitem die mechanischen Elemente. An der Trägerbildung ist häufig auch das parenchymatische, chlorophyllhaltende Gewebe beteiligt. Die Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Die Epidermiszellen besitzen meist ein großes Lumen und relativ dünne Wandungen.

1. Poa laxa Haenke (Taf. VII u. VIII, Fig. 50—52).

Fundort: Riesengebirge.

Querschnitt (Fig. 50 u. 52): Die dünnen Blätter zeigen eine seichte Wellung ihrer Oberseite. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen, die neben der Mittelrippe von recht bedeutender Größe sind (Fig. 52 gl), nach dem Rande zu allmählich an Größe abnehmen. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 2 : 1. Ein Hadrom und Leptom trennendes Band dickwandiger Parenchymzellen fehlt. Die Elemente des Leptoms zeichnen sich durch große Zartheit aus. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind zum Teil geschlossen, zum Teil einseitig oder zweiseitig von Bastelementen durchbrochen. Die Scheide des Gefäßbündels der Mittelrippe ist stets geschlossen. Die mechanischen Elemente sind nur schwach entwickelt. Besonders schwache Gurtungen finden sich oberhalb und unterhalb des Mestombündels der Mittelrippe, sie bestehen im Querschnitt betrachtet aus nur wenigen Zellen. Die Verbindung zwischen den beiden Gurtungen und dem Mestombündel der Mittelrippe wird beiderseits durch Chlorophyllparenchym (Fig. 50 chp) vermittelt. Auch in der übrigen Lamina ist das Assimilationsgewebe häufig an der Trägerbildung beteiligt. Die tertiären Mestombündel stehen meist nicht mit mechanischen Elementen in Verbindung. Die Randgurtungen sind nur sehr schwach entwickelt. Das Chlorophyllparenchym besteht aus tangential gestreckten Zellen. Eine Differenzierung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Epidermis (Fig. 50) wird von großlumigen dünnwandigen Zellen, die besonders auf der Unterseite gegenüber den Gelenkzellen eine ziemlich bedeutende Größe erreichen, gebildet.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 51): Die Epidermis der Unterseite besteht vorwiegend aus rechteckigen bis sechseckigen Langzellen (l) mit nur sehr schwach welligen, dünnen Radialwänden. Doch tritt beiderseits von jeder Bastrippe eine Reihe auf, in der Langzellen mit Spaltöffnungen unregelmäßig wechseln. Hin und wieder finden sich Kurzzellen von wechselnder Form.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus rechteckigen Langzellen, die mit Baststachelhaaren sehr regelmäßig alternieren.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym finden wir in der Nähe der Streifen über Bast nur Langzellen mit schwach gewellten Wänden. In den Reihen dagegen, welche den Gelenkzellen benachbart sind, wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen sind, abgesehen von dem Auftreten der Randstachelhaare, ebenso gebaut wie die Streifen über Bast.

2. Poa Flaccidula Boiss. et Held (Taf. VIII, Fig. 53—56).

Fundort: Spanien, Sierra de Espadan.

Querschnitt: Zwischen je zwei mit Mestom verbundenen Trägern findet sich auf der Oberseite eine meist sehr ausgedehnte Gruppe großer Gelenkzellen (Fig. 54 u. 55), die stark über das Niveau der übrigen Epidermis vorgewölbt sind. Häufig tritt jedoch, besonders wenn sich unterhalb der Gelenkzellengruppe ein Mestombündel befindet, eine Sonderung in zwei Gruppen ein. Auch hier nehmen die Gelenkzellen von der Mittelrippe nach dem Rande zu allmählich an Größe ab. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden der primären Bündel besitzen sehr stark verdickte Innenwände; die Mestomscheiden der schwächeren Bündeln dagegen bestehen aus relativ großlumigen Zellen, deren meist nur dünne Wände von gleicher Stärke sind. Die Parenchymscheiden sind etwas deutlicher ausgeprägt als bei P. laxa. Sie bestehen aus farblosen oder doch nur wenig Chlorophyll enthaltenden Zellen. Das Mestombündel der Mittelrippe und die schwächeren Bündel der Lamina besitzen stets geschlossene Parenchymscheiden, während die Scheiden der primären Bündel der Lamina einseitig oder zweiseitig von Bastelementen durchbrochen sind. Die mechanischen Elemente zeigen eine ganz ähnliche Anordnung wie bei P. laxa H., doch muß hervorgehoben werden, daß in den Spreitenteilen, die den Blatträndern benachbart sind, mit Bastelementen zu I-förmigen Trägern verbundene Bündel und ohne mechanische Elemente versehene Bündel sehr regelmäßig wechseln (Fig. 55). Die Randgurtungen sind auch hier nur sehr schwach entwickelt, dagegen ist die untere Gurtung der Mittelrippe (Fig. 54 mg) etwas stärker. Das Assimilationsgewebe (Fig. 53 chp) zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym. Ersteres wird von einer einschichtigen Lage senkrecht zur Blattoberfläche gestreckter, ziemlich lückenlos verbundener Zellen gebildet, die sich an der Epidermis beider Blattseiten hinzieht.

Das Schwammparenchym dagegen besteht aus polygonalen zur Abrundung neigenden Zellen, die nur locker miteinander verbunden sind und oft in der Querrichtung des Blattes gestreckt erscheinen. Die Epidermis besteht vorwiegend aus großlumigen, ziemlich dünnwandigen Zellen. Besonders groß sind die Zellen der Unterseite, welche den großen Gelenkzellen gegenüberliegen (Fig. 54). Die über Bast befindlichen Epidermiszellen dagegen sind klein und relativ dickwandig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen von rechteckiger Gestalt mit stark welligen getüpfelten Wänden und Baststachelhaaren sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym zeigen denselben Bau wie bei P. laxa.

3. Randstreifen: Die Randstreifen haben, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, dasselbe Aussehen wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt im wesentlichen denselben Bau wie bei P. laxa. Sie unterscheidet sich lediglich durch das Auftreten kurzer Borstenhaare an Stelle der Stachelhaare und durch die langgestreckte Gestalt der Gelenkzellen.

3. Poa Masenderana Freyn (Taf. IX, Fig. 60—63).

Fundort: Bei Bender in Nordpersien.

Querschnitt: Die Mittelrippe der dünnen Blätter tritt scharf hervor. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite eine sehr ausgedehnte Gruppe von Gelenkzellen (gl), deren Größe von der Mittelrippe nach dem Blattrande abnimmt (Fig. 60). Besonders große Gelenkzellen finden sich rechts und links von der Mittelrippe auf der Oberseite. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Zellen der stets geschlossenen Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Die Parenchymscheide des Mestombündels der Mittelrippe besteht nur aus dünnwandigen Zellen, während die Scheiden der Gefäßbündel der Lamina an den Stellen, wo sie den Bastgurtungen angrenzen, häufig dickwandige Zellen

aufweisen. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt. Die obere Gurtung der Mittelrippe (Fig. 63) besteht, im Querschnitt betrachtet, aus nur wenigen Zellen, während die untere Gurtung ziemlich stark entwickelt ist. Die Verbindung beider Gurtungen mit dem Mestombündel wird durch Chlorophyllparenchym hergestellt. In der übrigen Lamina sind die oberen Gurtungen meist etwas in der Querrichtung verbreitert, während die unteren senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt erscheinen (Fig. 61). Die Verbindung der Gurtungen zu I-förmigen Trägern wird hier nur durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt. Die Randgurtungen endlich sind nur mäßig entwickelt. Das Assimilationsgewebe (Fig. 61—63 chp) besteht meist nur aus drei Schichten tangential (in der Querrichtung des Blattes) gestreckter locker verbundener Zellen. Die Epidermiszellen sind, mit Ausnahme der über Bast befindlichen, großlumig und ziemlich dünnwandig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit stark welligen Wänden und rechteckige Kurzzellen sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym und Gelenkzellenstreifen: Da die Gelenkzellen von der Fläche betrachtet ebenfalls langgestreckte Form besitzen, läßt sich eine scharfe Grenze zwischen Streifen über Parenchym und Gelenkzellenstreifen nicht ziehen. In der Nähe der Streifen über Bast finden sich eine oder mehrere Reihen, in denen Langzellen mit glatten, dünnen Radialwänden und Spaltöffnungen abwechseln. Die übrigen Reihen bestehen nur aus Langzellen mit glatten, dünnen oft unregelmäßig verbogenen Wänden (Gelenkzellen).

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit glatten oder nur schwach welligen Wänden und Baststachelhaaren sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym und Gelenkzellenstreifen: Diese Streifen unterscheiden sich von den entsprechenden Streifen der Unterseite dadurch, daß die hier in größerer Zahl vorhandenen Spaltöffnungen führenden Reihen nicht nur in der Nähe der Streifen über Bast, sondern häufig auch zwischen den Gelenkzellreihen auftreten. Vereinzelt finden sich sogar Reihen, in denen Langzellen (Gelenkzellen) mit Parenchymstachelhaaren abwechseln. Daß wir, trotz dieser eigenartigen Anordnung, in den langgestreckten Zellen es mit Gelenkzellen zu tun haben, beweist die außerordentliche Zartheit ihrer Radialwände einerseits, ihre Großlumigkeit und radiale Streckung andererseits.

3. Randstreifen: Die Randstreifen beider Blattseiten unterscheiden sich von den entsprechenden Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

4. Poa pratensis L.[1] (Taf. VIII u. IX, Fig. 57—59).

Fundort: Bei Königsberg.

Querschnitt: Die ziemlich breiten Blätter besitzen eine deutlich ausgeprägte, aber nur wenig über das Niveau der übrigen Blattfläche hervortretende Mittelrippe (Fig. 59). Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen (gl) von ziemlich bedeutender Größe, doch sind die einzelnen Gruppen nicht so ausgedehnt wie bei Poa Flaccidula, sie bestehen meist nur aus 3—5 Zellen, die etwas über die Oberfläche vorgewölbt sind. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel, die stets durch ein oft mehrschichtiges Band sehr dickwandiger Parenchymzellen getrennt sind, bestehen aus relativ großlumigen, dünnwandigen Zellen. Die Zellen der Mestomscheide sind im Bereich des Hadroms dünnwandiger und größer als die das Leptom umschließenden Zellen. Doch sind die Innenwände der Zellen von gleicher Stärke wie die Außenwände. Die Mestomscheiden der tertiären Bündel sind zuweilen nur im Bereich des Leptoms entwickelt, während das Hadrom unmittelbar an die Parenchymscheide angrenzt. Die farblosen, meist zweiseitig durchbrochenen, seltener geschlossenen Parenchymscheiden sind ziemlich gut ausgeprägt (Fig. 59). Durch die Dickwandigkeit ihrer ziemlich großen Zellen heben sie sich scharf von dem übrigen parenchymatischen Gewebe ab. Das mechanische Gewebe, welches hier reichlicher vorhanden ist, als bei den vorher besprochenen Arten, ist, abgesehen von

[1] Güntz (II) ordnet Poa pratensis der zweiten Klasse der Wiesengräser unter; das nur geringe Hervortreten der Mittelrippe und das Vorkommen von Gelenkzellen nicht nur neben der Mittelrippe, sondern auch in der übrigen Lamina bestimmen mich dazu, P. pratensis der Klasse Ib unterzuordnen.

den ziemlich stark entwickelten Randgurtungen, stets mit Mestom zu I-förmigen Trägern kombiniert (Fig. 58 u. 59 mg). Das Chlorophyllparenchym (chp) ist meist nicht an der Trägerbildung beteiligt. Schließlich sei noch bemerkt, daß die untere Gurtung der Mittelrippe in ein 1—2schichtiges Band verbreitert ist (Fig. 59), das sich an der Epidermis der Unterseite hinzieht. Das Chlorophyllparenchym, das in der Lamina die Räume zwischen den Trägern vollkommen ausfüllt, besteht aus ziemlich kleinen, isodiametrischen Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreteten. Die Räume zwischen dem Träger der Mittelrippe und den beiden benachbarten Trägern der Lamina weisen bei älteren Blättern im Innern Höhlungen von ziemlich großem Umfange auf (Fig. 59 fp), während das Chlorophyllparenchym in einer mehrschichtigen Lage diese Höhlungen umgibt. In jüngeren Blättern finden sich an Stelle dieser Höhlungen große, zartwandige parenchymatische Zellen, die frei von Chlorophyll sind, und deren Reste auch noch in älteren Blättern nachweisbar sind. Die physiologische Funktion dieses Gewebes in jugendlichen Blattorganen ist vielleicht in der durch die starke Turgeszenzfähigkeit der Zellen bedingten Gewebespannung zu suchen, die ja für das Wachtum des Organs von großer Bedeutung ist. Das Auftreten von Höhlungen an Stelle dieses Gewebes in ausgewachsenen Blättern wiederum erhöht einerseits die Elastizität der Mittelrippe und ist andererseits auch für den Gasaustausch (Assimilation und Transpiration) von Wichtigkeit.

Mit Ausnahme der Gelenkzellen besteht die Epidermis aus relativ kleinen dickwandigen Zellen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen (l), die jedoch nur etwa doppelt so lang als breit sind, und ziemlich stark wellige Wände besitzen mit Baststachelhaaren (bst) unregelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln reine Langzellen und gemischte Reihen unregelmäßig ab. Letztere bestehen aus 1. Langzellen, (l) 2. Stachelhaaren (pst), 3. rechteckigen bis elliptischen Kurzzellen (k) von verschiedener Größe. Die Reihenfolge dieser Zellformen ist: 1, 2, 3, 1, 2, 3 usw. Hin und wieder tritt in den Langzellreihen auch eine Spaltöffnung auf. Die Radialwände der Zellen sind gewellt.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie auf der Unterseite.

2. Streifen über Parenchym. In der Nähe der Streifen über Bast finden sich gemischte Reihen, die denselben Bau zeigen wie die entsprechenden Reihen der Unterseite. Die den Gelenkzellen benachbarten Reihen bestehen aus Langzellen und Spaltöffnungen, die sehr regelmäßig miteinander abwechseln.

3. Gelenkzellstreifen: Die Gelenkzellstreifen zeigen denselben Bau wie bei Poa Flaccidula.

4. Randstreifen: Vergleiche die Unterseite.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der zur zweiten Klasse der Wiesengräser gehörenden Arten.

Die Blätter besitzen eine deutlich ausgeprägte, meist scharf hervortretende Mittelrippe, die von einem Mestombündel durchzogen wird. Rechts und links von derselben finden wir eine Gruppe großer Gelenkzellen, während der übrigen Lamina die Gelenkzellen fehlen. Die Quantität der Bastelemente schwankt bei den einzelnen Arten. Das Chlorophyllparenchym ist meist deutlich in Pallisadengewebe und Schwammparenchym gesondert. Die Parenchymscheiden sind ziemlich deutlich ausgeprägt.

5. Poa badensis Haenke (Taf. IX u. X, Fig. 64—69).

Fundort: Auf der Tagelheimer Heide (Kneucker Nr. 275).

Querschnitt (Fig. 67—69): Rechts und links von der nur wenig hervortretenden Mittelrippe befindet sich eine Gruppe von 5—8 sehr großen Gelenkzellen (Fig. 69 gl). Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Es wechseln stärkere durch Vermittelung von Chlorophyllparenchym mit Bastelementen, in Verbindung stehende Bündel mit schwächeren Bündeln, die nicht mit mechanischen Elementen in Konnex stehen, sehr regelmäßig ab (Fig. 68). Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Gefäßbündels

aus gleichen Zellen, die sich durch starke Verdickung ihrer Innenwände auszeichnen. Die stets geschlossenen Parenchymscheiden (Fig. 68 psch), welche aus kleinen chlorophyllhaltenden Zellen gebildet werden, treten infolge annähernd gleicher Größe und Form der Zellen ziemlich deutlich hervor. Das Chlorophyllparenchym (Fig. 67 u. 68 chp), das aus isodiametrischen, ziemlich großen Zellen gebildet wird, läßt eine nur undeutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym erkennen. Das ziemlich reichlich vorhandene mechanische Gewebe besteht aus kleinen fast lückenlos miteinander verbundenen typischen Bastzellen (Fig. 67 u. 68 mg). Es ist an der Epidermis beider Blattseiten in Form massiger Gurtungen angeordnet, die durch Vermittlung von Chlorophyllparenchym mit den stärkeren Mestombündeln zu I-förmigen Trägern kombiniert sind. Auf der Unterseite der Mittelrippe findet sich eine sehr starke, im Querschnitt sichelförmig erscheinende Gurtung (Fig. 67 mg), die ebenfalls von dem Mestombündel durch Chlorophyllparenchym getrennt ist. Oberhalb des Mestombündels der Mittelrippe fehlen Bastelemente gänzlich. Die sichelförmigen Randgurtungen endlich sind ebenfalls ziemlich stark entwickelt. Die über Bast befindlichen Epidermiszellen sind besonders auf der Unterseite sehr klein und dickwandig. Die über Parenchym liegenden Epidermiszellen dagegen sind stets dünnwandig und meist auch ziemlich großlumig. Besonders große Zellen finden sich auf der Oberseite über Parenchym, ein Teil derselben ist sehr stark nach außen vorgewölbt.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 64 u. 65): 1. Streifen über Bast (Fig. 64): Die Reihen über Bast werden von rechteckigen Langzellen (l) mit knotig verdickten, regelmäßig getüpfelten Wänden, die mit rundlichen bis langelliptischen Kurzzellen (kz) sehr regelmäßig abwechseln, gebildet. Ab und zu tritt an die Stelle einer Kurzzelle ein Baststachelhaar.

2. Streifen über Parenchym (Fig. 65): In den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln rechteckige Langzellen (l) mit knotig verdickten, getüpfelten Wänden und Spaltöffnungen (st) sehr regelmäßig ab. Die mittleren Reihen des Streifens dagegen bestehen nur aus Langzellen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, denselben Bau, wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen (Fig. 66): 1. Streifen über Bast: Die Epidermis der Oberseite zeigt über Bast denselben Bau wie auf der Unterseite.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchm unterscheiden sich von den entsprechenden Streifen der Unterseite durch das häufigere Vorkommen von Spaltöffnungen und die Anwesenheit zerstreut auftretender Kurzzellen von wechselnder Form.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen zeigen von der Fläche betrachtet den pag. 7 geschilderten Bau. Hervorzuheben ist jedoch das Auftreten von Poren (Fig. 66 pz) in den Außenwänden dieser Zellen.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Unterseite.

6. Poa alpina L. *(typica).*

Fundort: Schweiz auf der Riffelalpe (Kneucker Nr. 273).

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich Poa alpina der eben besprochenen Art an. Es wird daher genügen, wenn hier nur die unterscheidenden Merkmale angeführt werden. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 5 : 2. Das weniger stark ausgebildete, mechaniche Gewebe ist in Gestalt oberer und unterer Gurtungen entwickelt, deren Verband mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern stets durch Chlorophyllparenchym vermittelt wird. Auf der Unterseite der Mittelrippe findet sich eine von dem zugehörigen Mestombündel durch parenchymatisches Gewebe getrennte, sichelförmige Bastgurtung, die jedoch weit schwächer entwickelt ist als bei P. badensis. An der Oberseite der Mittelrippe finden sich zuweilen vereinzelte Bastelemente. In sehr seltenen Fällen stehen die schwächeren Bündel der Lamina nicht mit Bastgurtungen in Verbindung. Die Randgurtungen sind ziemlich stark entwickelt. Das Chlorophyllparenchym zeigt eine ziemlich deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym. Ersteres ist auf der Oberseite häufig zweischichtig, während sich auf der Unterseite meist nur eine Lage von Pallisadenzellen befindet. Die dünnwandigen Epidermiszellen sind auf beiden Blattseiten von annähernd gleicher Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen vorwiegend aus rechteckigen Langzellen, deren Wände stark wellig und getüpfelt sind. In der Mitte eines jeden Streifens finden sich ein bis drei Reihen, in denen Langzellen mit unregelmäßig korioturierten, annähernd elliptischen Kurzzellen abwechseln. Hin und wieder tritt an die Stelle einer Kurzzelle ein Baststachelhaar.

2. Streifen über Parenchym: Es wechseln in den Streifen über Parenchym reine Langzellreihen und Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen in Alternation stehen, miteinander ab. Die Langzellen besitzen rechteckige bis sechseckige Gestalt und wellige Radialwände.

3. Randstreifen: Die Randstreifen sind, abgesehen von dem Auftreten von Randstachelhaaren, ebenso gebaut wie die Streifen über Bast.

4. Gelenkzellenstreifen: cf. p. 7.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich nur durch die weit geringere Zahl von Spaltöffnungen und das Vorkommen von unregelmäßig gestalteten Kurzzellen in den Streifen über Parenchym.

7. *Poa caespitosa* Schrad. (Taf. X, Fig. 70 u. 71).

Fundort: West-Australien.

Querschnitt (Fig. 70): Die langen, ziemlich dünnen und schmalen Blätter besitzen eine glatte Oberseite, während die Unterseite, infolge des Hervortretens der mechanischen Elemente, stark wellig erscheint. Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden (Fig. 71 msch) zeigen denselben Bau wie bei den beiden vorhergehenden Arten. Doch ist zu erwähnen, daß bei tertiären Bündeln die Scheiden zuweilen unvollkommen entwickelt sind, indem nur das Leptom von einer typischen Scheide umschlossen ist, während das Hadrom unmittelbar der Parenchymscheide angrenzt. Letztere besteht aus kleinen, rundlichen, farblosen oder doch nur wenig Chlorophyll enthaltenden Zellen (Fig. 71 psch). Die Parenchymscheiden der primären Bündel erscheinen zweiseitig durchbrochen, die der schwächeren Bündel dagegen sind vollkommen geschlossen. Das Chlorophyllparenchym (Fig. 71 chp) wird von polygonalen bis rundlichen, ziemlich locker verbundenen Zellen gebildet, die relativ groß sind und häufig in der Querrichtung des Blattes gestreckt erscheinen. Eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Das mechanische Gewebe ist ziemlich stark entwickelt. Es besteht aus kleinen dickwandigen, fast lückenlos verbundenen Zellen. In der Mittelrippe findet sich auf der Unterseite eine ziemlich starke, bandartige Gurtung (Fig. 71 mg), während die Gurtung auf der Oberseite nur sehr schwach entwickelt ist (Fig. 71 mg). Der Verband der Gurtungen zu einem I-förmigen Träger wird außer dem Mestombündel noch durch Chlorophyllparenchym vermittelt. Die primären Mestombündel der übrigen Lamina stehen beiderseits unmittelbar mit starken Bastgurtungen in Verbindung.

In der Region der schwächeren (meist tertiär entwickelten) Bündel, die mit den stärkeren Bündeln sehr regelmäßig abwechseln, finden sich kleine Bastgurtungen nur auf der Unterseite. Dieselben stehen mit den Mestombündeln entweder unmittelbar oder durch Vermittelung von Chlorophyllparenchym in Verbindung. Schließlich sei noch der Randgurtungen Erwähnung getan, die ziemlich stark entwickelt sind und sich bandartig noch eine Strecke weit an der Epidermis beider Blattseiten hinziehen. Die Epidermiszellen der Unterseite sind meist etwas größer als die der Oberseite.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus gemischten Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit knotig verdickten, getüpfelten Wänden und Baststachelhaaren sehr regelmäßig abwechseln. Zuweilen tritt an die Stelle eines Baststachelhaares eine rechteckige oder elliptische Kurzzelle.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen in der Nähe der Streifen über Bast aus Reihen, in denen Langzellen mit ziemlich glatten Wänden und Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln. Hin und wieder tritt ein Borstenhaar an die Stelle einer Spaltöffnung. Die mittleren Reihen eines jeden Streifens bestehen dagegen aus Langzellen und Borstenhaaren, die sehr regelmäßig miteinander alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie auf der Oberseite.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen, deren Wände wellig bis knotig verdickt erscheinen, mit rechteckigen Kurzzellen, die stets viel breiter als lang sind, abwechseln. Hin und wieder jedoch findet sich auch eine Reihe, in der Langzellen mit Spaltöffnungen wechseln.

3. Randstreifen: Vergleiche die Epidermis der Oberseite.

8. Poa Hookeriana F. Müller (Taf. XI Fig. 78 u. 79).

Fundort: Australien (Originalexemplar von F. Müller).

Querschnitt (Fig. 78): Die Mittelrippe der schwach welligen Blätter tritt nur wenig hervor. Mit Ausnahme des dem Blattrande zunächst liegenden Mestombündels sind alle Bündel primär. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymscheiden getrennt. Die Mestomscheiden (msch) bestehen im ganzen Umkreise aus gleichartigen Zellen, deren Innenwände kaum stärker sind als die Außenwände. Die zweiseitig durchbrochenen, chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden (Fig. 78 psch) sind nur wenig ausgeprägt. Das ziemlich stark entwickelte mechanische Gewebe (mg) ist in Gestalt von I-förmigen Trägern angeordnet, deren Gurtungsverband nur durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird. Außer den sichelförmigen ziemlich starken Randgurtungen findet sich noch eine mestomfreie Gurtung an der Unterseite gegenüber den Gelenkzellen. Sie besteht meist nur aus wenigen Zellen. Das Chlorophyllparenchym (chp) läßt eine deutliche Sonderung in ein, aus fast lückenlos verbundenen Zellen bestehendes Pallisadengewebe und ein lockeres, aus polygonalen bis rundlichen Zellen gebildetes Schwammparenchym unterscheiden. Die Gelenkzellen zeichnen sich durch außerordentliche Größe aus. Die übrigen Epidermiszellen der Oberseite sind nur klein und sehr dünnwandig, während die Zellen der Unterseite größer sind und dickere Wände besitzen.

Epidermis von der Fläche gesehen (Fig. 79): Von der Fläche betrachtet, zeigt die Epidermis beider Blattseiten im wesentlichen denselben Bau wie bei P. caespitosa, es ist jedoch zu erwähnen, daß hier in den Streifen der Oberseite über Parenchym an Stelle der Borstenhaare sehr große Parenchymstachelhaare getreten sind.

9. Poa gracillima Vasey (Taf. XI, Fig. 72 u. 73).

Fundort: Amerika, Oregon.

Querschnitt: Die Mittelrippe der sehr kleinen dünnen Blätter tritt fast gar nicht hervor. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden (Fig. 73 msch) der primären Bündel bestehen im ganzen Umkreise aus gleichen Zellen, deren Innenwände bedeutend stärker verdickt sind als die Außenwände, während die Mestomscheiden der schwächeren Bündel aus Zellen gebildet werden, deren Wände sämtlich gleich stark verdickt sind. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden (Fig. 73 psch) sind infolge der sehr regelmäßigen Gestalt ihrer kleinen Zellen ziemlich gut ausgeprägt. Das mechanische Gewebe ist nur sehr schwach entwickelt. In der Mittelrippe findet sich an der Oberseite und Unterseite je eine nur kleine Gurtung. Die Verbindung mit dem Mestombündel wird beiderseits durch Chlorophyllparenchym vermittelt. Die primären Mestombündel der übrigen Lamina steht beiderseits unmittelbar mit den Bastgurtungen in Verbindung, und zwar grenzen dieselben der stets geschlossenen Parenchymscheide an. Bei schwächeren Bündeln dagegen ist auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Die Randgurtungen endlich sind ebenfalls nur sehr schwach entwickelt. Das Chlorophyllparenchym (Fig. 73 chp) läßt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Die Epidermiszellen sind mit Ausnahme der über Bast befindlichen ziemlich dünnwandig, jedoch nur von mäßiger Größe.

Epidermis von der Fläche gesehen: Von der Fläche betrachtet, zeigt die Epidermis beider Blattseiten, abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen auf der Oberseite denselben Bau. 1. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln sechseckige Langzellen mit glatten oder nur schwach welligen Wänden und Spaltöffnungen regelmäßig ab, während die mittleren Reihen vorwiegend nur aus Langzellen bestehen.

2. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus rechteckigen Langzellen mit gewellten Wänden, die mit Baststachelhaaren sehr regelmäßig abwechseln. Zuweilen tritt eine rechteckige bis elliptische Kurzzelle an die Stelle eines Stachelhaares.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

10. Poa longifolia Trinius (Taf. XII, Fig. 80).

Fundort: Aus dem botanischen Garten zu Königsberg.

Querschnitt: Die langen Blätter besitzen eine nur mäßig nach unten hervortretende Mittelrippe. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Es wechseln sehr regelmäßig stärkere mit schwächeren Bündeln ab. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden (Fig. 80 msch) bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände sehr stark verdickt sind. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden der Mestombündel der Lamina sind stets zweiseitig durchbrochen, die des Gefäßbündels der Mittelrippe, welche im oberen Teile aus farblosen Zellen besteht, ist dagegen stets geschlossen. Die ziemlich stark entwickelten mechanischen Elemente (Fig. 80 mg) sind mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden, deren Füllung in der Lamina nur durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird, während in der Mittelrippe auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt ist. Die Räume zwischen den Trägern werden zum großen Teil von farblosem Parenchym (Fig. 80 fp) eingenommen, das aus großen, sehr dünnwandigen Zellen besteht. In alternden Blättern zerreißt dieses Gewebe. Das Blatt erscheint alsdann von einer Anzahl von Luftkanälen durchzogen. Um dieses Gewebe herum ist das Assimilationsgewebe (chp) ausgebreitet. Dasselbe besteht aus polygonalen bis rundlichen Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen. Unterhalb der Gelenkzellen fehlt das farblose Parenchym. Die Epidermiszellen sind klein und relativ dickwandig.

Epidermis von der Fläche betrachtet: Die Epidermis beider Blattseiten zeigt, abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen und dem häufigeren Vorkommen von Spaltöffnungen auf der Oberseite, denselben Bau. 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen 1. aus rechteckigen Langzellen mit stark welligen und getüpfelten Wänden, 2. rundlichen Kieselzellen, 3. nierenförmigen oder elliptischen Korkzellen. Die Anordnung dieser Zellformen ist sehr regelmäßig (1, 2, 3, 1, 2, 3 etc.).

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Reihen, in denen Langzellen mit schwachwelligen, getüpfelten Wänden und rechteckige Kurzzellen aufeinander folgen, mit Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren. Die Zahl der letztgenannten Reihen ist auf der Oberseite größer als auf der Unterseite.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

11. Poa Chaixi Villars[1] *var. remota* Koch.

Fundort: Im Walde bei Gr. Raum im Kreise Königsberg i. Pr.

Querschnitt: Die Mittelrippe der ziemlich breiten Blätter tritt außerordentlich scharf über das Niveau der Blattunterseite hervor. Es wechseln stärkere mit schwächeren Mestombündeln sehr regelmäßig ab. Auf der Grenze zwischen Hadrom und Leptom zieht sich kein kontinuierliches Band dickwandiger

[1] Nach Güntz (II) soll das Mesophyll der Laubblätter von Poa sudetica Haenke = Poa Chaixe Villars von Hohlräumen durchzogen sein. Bei der von mir untersuchten Varietät war dies nicht der Fall.

Zellen hin, doch finden sich zuweilen hier vereinzelte dickwandige Parenchymzellen. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände annähernd die gleiche Stärke besitzen wie die Außenwände. Die Parenchymscheiden des Mestombündels der Mittelrippe und der schwächeren Bündel der Lamina bestehen im ganzen Umkreise aus relativ dünnwandigen, farblosen Zellen; die Scheiden der stärkeren Bündel der Lamina dagegen zeigen entweder nur unterhalb des Bündels oder auch oberhalb desselben kleinere, stärker verdickte Zellen als an den Seiten des Bündels. Das ziemlich stark entwickelte mechanische Gewebe zeigt eine ganz ähnliche Anordnung wie bei P. badensis H. In der Mittelrippe findet sich eine nur mäßig entwickelte Gurtung an der Unterseite. Ihre Verbindung mit dem Mestombündel wird durch Chlorophyllparenchym vermittelt.

In der Lamina findet sich das mechanische Gewebe nur in der Region der stärkeren Bündel in Form von Gurtungen entwickelt, die mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern kombiniert sind. Die Füllung wird nur durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt. Die schwächeren Bündel dagegen, die mit den stärkeren sehr regelmäßig abwechseln, stehen meist nicht mit mechanischen Elementen in Verbindung. Hin und wieder sind jedoch auch hier schwache Gurtungen vorhanden, deren Verband mit den Mestombündeln jedoch meist durch Chlorophyllparenchym vermittelt wird. Die Randgurtungen sind relativ schwach entwickelt. Das Assimilationsgewebe läßt eine schwache Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym erkennen. Die Epidermiszellen über Bast sind klein und dickwandig, dagegen weisen die über Parenchym befindlichen relativ großen Epidermiszellen nur mäßige Wandstärke auf. Die Gelenkzellen zeichnen sich ebenfalls durch recht ansehnliche Größe aus.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen auf eine rechteckige Langzelle mit knotig verdickten, getüpfelten Wänden stets eine rundliche Kieselzelle folgt, der sich eine nierenförmige bis elliptische Korkzelle anschließt. Die Anordnung dieser Zellen ist eine sehr regelmäßige.

2. Streifen über Parenchym: Es wechseln in den Streifen über Parenchym reine Langzellreihen mit gemischten Reihen ab, in denen auf eine Langzelle stets eine Spaltöffnung folgt. Sehr selten tritt an Stelle einer Spaltöffnung eine annähernd rechteckig erscheinende Kurzzelle. Über der Mittelrippe dagegen werden die Spaltöffnungen zum größten Teil durch Borstenhaare ersetzt. Die rechteckigen Langzellen besitzen gewellte Wände.

3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt, abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen, im wesentlichen denselben Bau, doch ist zu bemerken, daß hier an die Stelle der Spaltöffnungen meist rechteckige Kurzzellen getreten sind.

12. Poa Sellowii Nees = *Poa sudetica* Haenke *var. Sellowii* Trin. = *Poa Chaixi* Villars *var. Sellowii* (Taf. XI, Fig. 74—77).

Fundort: Brasilien.

Querschnitt (Fig. 74 u. 75): Poa Chaixi Vill. var. Sellowii zeigt im anatomischen Bau der Laubblätter vielfache Übereinstimmungen mit der typischen Poa Chaixi. Doch sind im einzelnen ziemlich bedeutende Unterschiede vorhanden, die im folgenden angegeben werden sollen.

Die Mestomscheiden (Fig. 75 msch) werden im ganzen Umkreise aus gleichen Zellen gebildet, deren Innenwände bedeutend stärker sind als die Außenwände. Das mechanische Gewebe (mg), das dieselbe Anordnung zeigt wie bei P. Chaixi (typica), ist stärker entwickelt. Besonders auffallend ist dieser Unterschied in der Quantität der Bastelemente bei der hier sehr mäßig entwickelten Gurtung der Mittelrippe (Fig. 74), die etwa ▽-förmige Gestalt besitzt, und den ebenfalls viel stärker entwickelten Randgurtungen. Die einzelnen Bastzellen sind dickwandiger als bei der vorher beschriebenen Form. Die Parenchymscheiden (Fig. 75 psch) sind entweder ganz oder doch wenigstens im unteren Teile chlorophyllhaltend. Die Epidermiszellen der

Oberseite zeichnen sich durch große Dünnwandigkeit aus. Die Gelenkzellen (Fig. 75 gl) besitzen eine außerordentliche Größe.

Epidermis von der Fläche betrachtet: In der Flächenansicht der Epidermis fällt besonders der abweichende Bau der über Parenchym befindlichen Streifen der Oberseite auf (Fig. 76). In denselben können wir reine Langzellreihen und gemischte Reihen unterscheiden. Letztere bestehen aus Langzellen (l) und Spaltöffnungen (st), die sehr regelmäßig miteinander abwechseln. Typische Kurzzellen fehlen gänzlich. Die Langzellen besitzen lang sechseckige Form und sehr dünne glatte Wände. Beiläufig sei noch erwähnt, daß die Stomata der Unterseite (Fig. 77) sich durch geringere Größe von denen der Oberseite unterscheiden.

13. Poa Howelli Vascy et Scribner.

Fundort: Washington.

Querschnitt: Die Mittelrippe der dünnen Blätter tritt scharf hervor. Die Mestombündel sind fast alle primär entwickelt. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom findet sich meist eine Gruppe, selten ein vollständiges Band, dickwandiger Parenchymzellen. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen sehr stark verdickte Innenwände. Das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe ist in Form von Gurtungen entwickelt, die mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden sind. Die Füllung derselben wird nur durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt. Eine Abweichung hiervon bildet der Träger der Mittelrippe, bei dem die Verbindung der Gurtungen — die obere Gurtung besteht im Querschnitt betrachtet aus nur wenigen Zellen — mit dem Mestombündel beiderseits durch Chlorophyllparenchym hergestellt wird. Die Chlorophyll haltenden Scheiden sind nur wenig ausgeprägt. Die Scheide des Mestombündels der Mittelrippe ist stets geschlossen, während die Scheiden der Bündel der übrigen Lamina meist zweiseitig von mechanischen Elementen durchbrochen erscheinen. Das Assimilationsgewebe läßt eine deutliche Differenzierung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die übrigen Epidermiszellen weisen, soweit sie dem Chlorophyllparenchym angrenzen, ziemlich große Höhlungen und nur mäßig verdickte Außenwände auf, während die über Bast befindlichen Zellen klein und dickwandig sind.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden und elliptische Kurzzellen, die zum großen Teil zu Baststachelhaaren ausgewachsen sind, sehr regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: In der Nähe der Streifen über Bast befindet sich je eine Reihe, in der Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln, während die mittleren Reihen nur von Langzellen gebildet werden. Die Zellen besitzen sechseckige Gestalt und haben glatte Wandungen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich, abgesehen von dem Auftreten von Gelenkzellen, nur durch die größere Zahl Spaltöffnungen führender Reihen.

14. Poa pannonica Kerner.

Fundort: Comitat Arad in Ungarn.

Querschnitt: Die Blätter besitzen eine scharf hervortretende Mittelrippe. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Ein Hadrom und Leptom trennendes Band dickwandiger Parenchymzellen fehlt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die nur schwach entwickelten mechanischen Elemente zeigen dieselbe Anordnung wie bei P. Howelli, doch wird die Füllung der Träger nicht nur von dem Mestombündel hergestellt, sondern es ist auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Eine Ausnahme hiervon bildet je ein Träger in jeder Spreitenhälfte, dessen Gurtungsverband nur durch das stets primäre Mestombündel und dessen Scheide vermittelt wird. Die Randgurtungen sind nur schwach entwickelt. Die meist geschlossenen Chlorophyll haltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe läßt eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen. Die Gelenkzellen besitzen mittlere Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig ab. Selten findet sich an Stelle der letzteren eine elliptische Kurzzelle.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym können wir zwei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit glatten oder nur schwach welligen Wänden und Spaltöffnungen abwechseln.
2. Reihen, in denen Langzellen mit rechteckigen Kurzzellen von wechselnder Größe alternieren. Zuweilen ist an die Stelle der Kurzzelle ein Parenchymstachelhaar getreten.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich, abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen, durch folgende Merkmale:

1. In den Streifen über Parenchym herrschen die Spaltöffnungen führenden Reihen bei weitem vor.

2. In den Streifen über Bast sind die Stachelhaare meist durch rechteckige Kurzzellen ersetzt, die etwa doppelt so breit als lang sind.

15. Poa brevifolia Muehlenb.

Fundort: Bei Rendville, Ohio.

Querschnitt: Die Mittelrippe des Blattes tritt deutlich hervor. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2. Hadrom und Leptom sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen voneinander getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die Parenchymscheiden, welche von chlorophyllhaltenden Zellen gebildet werden, sind sehr wenig ausgeprägt. Das mechanische Gewebe ist nur schwach entwickelt. An der Trägerbildung ist häufig auch das Chlorophyllparenchym beteiligt. Auf der Oberseite der Mittelrippe findet sich keine Bastgurtung. Das Assimilationsgewebe besteht aus polygonalen oder rundlichen Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Gelenkzellen besitzen nur mäßige Größe. Die Epidermiszellen über Parenchym, welche bedeutend größer sind als die über Bast befindlichen, weisen ziemlich stark verdickte Außenwände auf.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen von rechteckiger Gestalt mit Baststachelhaaren sehr regelmäßig abwechseln. Doch finden sich in den Streifen, die den Gelenkzellen benachbart sind, ein oder mehrere Reihen, in denen an Stelle der Stachelhaare Borstenhaare auftreten.

2. Streifen über Parenchym: Die der Streifen über Bast benachbarten Reihen führen zum Teil nur Langzellen, zum anderen Teil Langzellen und Spaltöffnungen. In der Mitte eines jeden Streifens dagegen finden sich vorwiegend Reihen, in denen Langzellen mit Parenchymstachelhaaren und Borstenhaaren alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich von der der Oberseite nur durch das Fehlen der Gelenkzellen und der Parenchymstachelhaare und das häufigere Vorkommen von Spaltöffnungen.

16. Poa compressa L.

Fundort: Bei Bozen in Tirol.

Querschnitt: Die Mittelrippe des Blattes tritt scharf hervor. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheidenzellen besitzen stark verdickte Innenwände. Das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe zeigt dieselbe Anordnung wie bei P. brevifolia. Dasselbe gilt auch für das chlorophyll-

führende Parenchym einschließlich der Parenchymscheiden. Die Epidermiszellen der Oberseite sind relativ groß und dünnwandig, während die Zellen der Unterseite eine ziemlich starke Verdickung ihrer Wandungen erfahren haben.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit gewellten Wänden und Baststachelhaaren sehr regelmäßig ab. Doch tritt häufig an Stelle des Baststachelhaares eine rechteckige Kurzzelle auf.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Spaltöffnungen abwechseln. Doch finden sich daneben in jedem Streifen auch einzelne reine Langzellreihen.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren von den über Bast befindlichen Streifen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich, abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen, nur durch das Vorherrschen reiner Langzellreihen in den Streifen über Parenchym.

III. Colpodium.

1. Colpodium fulvum Gris. (Taf. XII, Fig. 83).

Fundort: Lapponia ad pagum Ponoi.

Gesamtform: C. fulvum gehört der zweiten Klasse der Steppengräser an. Die Oberfläche beider Blattseiten zeigt eine ziemlich starke rinnige Vertiefung. Am Grunde jeder Rinne findet sich auf der Oberseite eine Gruppe ziemlich kleiner Gelenkzellen. Die Mittelrippe des Blattes tritt fast gar nicht hervor. Die Bastelemente sind reichlich entwickelt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide: Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise der Bündel aus gleichen Zellen, deren Innenwände sehr viel stärker verdickt sind als die Außenwände.

Parenchymscheide: Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind infolge der verschiedenen Größe ihrer Zellen nur sehr wenig ausgeprägt. Bei stärkeren Bündeln erscheinen die Parenchymscheiden zweiseitig von dickwandigen mechanischen Elementen durchbrochen, während bei schwächeren Bündeln die Parenchymscheiden zuweilen auch geschlossen sind.

Chlorophyllparenchym: Das Chlorophyllparenchym läßt eine, wenn auch nur undeutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen.

Mechanisches Gewebe: Mit Ausnahme der ziemlich stark entwickelten Randgurtungen ist das mechanische Gewebe mit den Mestombündeln zu I-förmigen Trägern verbunden, deren Füllung nur durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird. Die Gurtungen bestehen aus ziemlich großen, eng aneinander schließenden, dickwandigen Zellen. Es sei jedoch bemerkt, daß die Zellen der übrigen Gurtungen durchschnittlich großlumiger sind als die der unteren Gurtungen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermis besteht durchweg aus ziemlich großlumigen, meist nur dünnwandigen Zellen.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen sind nur wenig in radialer Richtung gestreckt.

Epidermis von der Fläche gesehen: Die Epidermis beider Blattseiten zeigt, abgesehen von dem Vorkommen der Gelenkzellen auf der Oberseite, denselben Bau.

1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit Reihen, in denen auf eine rechteckige oder sechseckige Langzelle eine rechteckige oder lang-elliptische Kurzzelle folgt. Die Radialwände sind glatt oder nur sehr schwach wellig.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen zum Teil aus reinen Langzellreihen, zum Teil aus Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Spaltöffnungen abwechseln. Die Zahl der letztgenannten Reihen ist auf der Unterseite größer als auf der Oberseite.

3. Randstreifen: Abgesehen von dem Vorkommen von Randstachelhaaren zeigen die Randstreifen denselben Bau wie die Streifen über Bast.

2. Colpodium pendulinum Gris. (Taf. XII, Fig. 81 u. 82).

Fundort: Tornea.

Gesamtform (Fig. 81): C. pendulinum gehört ebenfalls zur zweiten Klasse der Steppengräser. Es schließt sich in der Gesamtform der eben besprochenen Art an, unterscheidet sich jedoch durch die außerordentlich stark rinnige Vertiefung beider Blattseiten. Die Prismen erscheinen im Querschnitt betrachtet fast rhombisch. Das Prisma der Mittelrippe zeichnet sich, abgesehen von der etwas abweichenden Gestalt, vorzüglich durch seine Größe und durch die Quantität der Bastelemente vor den Prismen der übrigen Lamina aus. Die Gelenkzellen sind weit größer als bei C. fulvum.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 3—4. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide (Fig. 82 msch): Die Mestomscheiden zeigen denselben Bau wie bei C. fulvum.

Parenchymscheide (Fig. 82 psch): Die Parenchymscheiden der stärkeren Bündel sind meist nur unterseits durchbrochen, die der schwächeren Bündel dagegen meist völlig geschlossen. Infolge der wechselnden Größe ihrer chlorophyllhaltenden Zellen sind die Scheiden nur wenig ausgeprägt.

Chlorophyllparenchym (Fig. 82 chp): Das unterhalb der Rinnen nur aus 3—4 Schichten bestehende Assimilationsgewebe läßt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym erkennen.

Mechanisches Gewebe (mg): Das mechanische Gewebe zeigt denselben Bau und dieselbe Anordnung wie bei C. fulvum. Es ist jedoch zu bemerken, daß die untere Gurtung der Mittelrippe weit stärker entwickelt ist als bei der erstgenannten Art.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen, welche am Grunde der Rinne auf der Oberseite in Gruppen sich vorfinden, besitzen ziemlich bedeutende Größe.

Epidermis im Querschnitt: Mit Ausnahme der über Bast der Unterseite befindlichen Zellen besteht die Epidermis beider Blattseiten aus relativ großlumigen, dünnwandigen Zellen.

Epidermis von der Fläche gesehen: Die Epidermis unterscheidet sich von der von C. fulvum wesentlich nur in den Streifen über Bast, die aus blasig vorgewölbten Zellen von wechselnder Gestalt gebildet werden.

IV. Dupontia.

Dupontia Fischeri R. Brown (Taf. XII, Fig. 84 u. 85).

Fundort: Spitzbergen, Adventberg.

Gesamtform (Fig. 84): D. Fischeri gehört der zweiten Klasse der Wiesengräser an. Beide Blattseiten sind glatt, rechts und links von der Mittelrippe findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen. Die Bastelemente sind nur mäßig entwickelt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide (Fig. 85 msch): Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände meist stärker verdickt sind als die Außenwände. Die Scheiden der tertiären Bündel sind zuweilen unvollkommen, indem nur das Leptom von typischen Scheidenzellen umschlossen wird, während das Hadrom unmittelbar der Parenchymscheide angrenzt.

Parenchymscheide (Fig. 85 psch): Die chlorophyllführenden Parenchymscheiden sind, infolge gleicher Größe, sehr deutlich von dem übrigen Chlorophyllparenchym gesondert. Die Scheiden der stärkeren Bündel sind stets einseitig durchbrochen, nur die Scheide des Mestombündels der Mittelrippe ist beiderseits von Bastelementen durchbrochen. Die Scheiden der schwächeren Bündel dagegen sind teils einseitig durchbrochen, teils geschlossen.

Chlorophyllparenchym (Fig. 85 chp): Das aus großen Zellen gebildete Assimilationsgewebe zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym.

Mechanisches Gewebe (Fig. 85 mg): Mit Ausnahme der ziemlich starken Randgurtungen steht das mechanische Gewebe stets mit Mestom in Verbindung. Es ist in Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung meist nur von den Gefäßbündeln und deren Scheiden gebildet wird. In der Nähe des Blattrandes ist jedoch auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt.

Gelenkzellen: Rechts und links von der Mittelrippe findet sich je eine Gruppe von Gelenkzellen, die nur mäßige Größe besitzen.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermis beider Blattseiten besteht durchweg aus relativ großlumigen, dünnwandigen Zellen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaaren sehr regelmäßig abwechseln.

2. Streifen über Parenchym: In der Nähe der Streifen über Bast (bzw. der Gelenkzellenstreifen) finden sich in den Streifen über Parenchym einige Reihen, in denen kürzere Langzellen mit Spaltöffnungen wechseln. Die mittleren Reihen eines jeden Streifens dagegen bestehen nur aus Langzellen. Die Radialwände derselben sind glatt und ungetüpfelt.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie auf der Oberseite.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln Langzellen von rechteckiger oder sechseckiger Gestalt mit welligen, getüpfelten Wänden und Kurzzellen von unregelmäßiger rechteckiger bis rundlicher Form mit sehr starkwelligen Wänden. Spaltöffnungen treten gewöhnlich in diesen Streifen nicht auf.

3. Randstreifen: cf. Epidermis der Oberseite.

V. Scolochloa.

Scolochloa festucacea Link (Taf. XII, Fig. 86).

Fundort: In der Spree bei Stralau unweit Berlin.

Gesamtform: Sc. festucacea gehört der dritten Klasse der Wiesengräser an. Die langen, breiten Blätter zeigen eine rinnige Vertiefung ihrer Oberfläche. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe großer Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind ziemlich stark entwickelt, doch herrscht das chlorophyllführende parenchymatische Gewebe vor. Die Mittelrippe des Blattes tritt fast gar nicht hervor.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 2 : 1. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein oft mehrschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Leptom zeichnet sich durch große Zartheit aus.

Mestomscheide (Fig. 86 msch): Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände weit stärker verdickt sind als die Außenwände.

Parenchymscheiden (psch): Die meist zweiseitig von dickwandigen Elementen durchbrochen erscheinenden Parenchymscheiden bestehen aus kleinen farblosen Zellen, die eine Streckung in tangentialer Richtung aufweisen.

Mechanisches Gewebe (mg): Mit Ausnahme der Randgurtungen ist das mechanische Gewebe, welches ziemlich stark entwickelt ist, mit den Mestombündeln und deren Scheiden zu I-förmigen Trägern kombiniert. Das Chlorophyllparenchym ist niemals an der Trägerbildung beträgt.

Chlorophyllparenchym (Fig. 86 chp): Das Assimilationsgewebe läßt eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym kaum erkennen. Es besteht aus isodiametrischen Zellen, deren Wände in das Lumen

der Zelle vorspringende Falten aufweisen. Diese Falten ragen von allen Seiten in das Zellumen hinein, sind jedoch stets senkrecht zu der Wand, von der sie ihren Ursprung nehmen, orientiert. Die physiologische Bedeutung dieser Wandeinfaltungen ist in der Vergrößerung der Innenfläche der Zellhaut zu suchen, welche das Auftreten einer vermehrten Anzahl von Chlorophyllkörnern gestattet und damit die Assimilationsfähigkeit des ganzen Blattes steigert.[1]

Epidermis im Querschnitt: Abgesehen von den ziemlich großen Gelenkzellen, wird die Epidermis beider Blattseiten von ziemlich kleinen, dickwandigen Zellen gebildet, die zum Teil zu Trichomen entwickelt sind.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen 1. aus rechteckigen Langzellen, deren Wände knotig verdickt und getüpfelt sind, 2. aus etwa quadratischen Kieselzellen mit sehr starker Wellung der Längswände, 3. aus rechteckigen Korkzellen. Die Anordnung dieser Elemente ist sehr regelmäßig (1, 2, 3). Hin und wieder tritt an die Stelle einer Kurzzelle ein Stachelhaar.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen, welche den Streifen über Bast benachbart sind, wechseln Langzellen mit welligen Wänden und Stomata sehr regelmäßig ab. In den mittleren Reihen eines jeden Streifens dagegen wechseln Langzellen mit quadratischen oder rechteckigen Kurzzellen ziemlich unregelmäßig ab.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen zeigt die Epidermis auf der Unterseite im wesentlichen denselben Bau wie auf der Oberseite, doch ist zu erwähnen, daß die Zahl der Stomata führenden Reihen eine größere ist, und daß ferner eine größere Zahl von Kurzzellen zu Stachelhaaren ausgewachsen sind, die hier in ziemlich regelmäßiger Weise angeordnet sind.

VI. Glyceria.

Sämtliche untersuchten Arten der genannten Gattung gehören der zweiten Klasse (Abteilung a) der Wiesengräser an. Die Mittelrippe des Blattes, welche von nur einem Gefäßbündel durchzogen wird, tritt scharf hervor; rechts und links von derselben finden sich große Gelenkzellen, der übrigen meist glatten Lamina fehlen die Gelenkzellen. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt. Das Mesophyll des Blattes weist im Innern stets farbloses Parenchym oder größere Höhlungen auf, die strang- oder kanalartig sich zwischen je zwei Gefäßbündel von der Basis nach der Spitze des Blattes hinziehen. Die stets farblosen Parenchymscheiden, die meist nur durch Wassergewebe verstärkt werden, sind gut ausgeprägt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände weit stärker verdickt sind als die Außenwände. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom der stärkeren Bündeln befindet sich stets ein oft mehrschichtiges Band, oder doch eine größere Gruppe dickwandiger Parenchymzellen.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der einzelnen Arten.

1. Glyceria arundinacea Kunth (Taf. XIII, Fig. 87 u. 88).

Fundort: Ossetien im Kaukasus, Gouv. Terk bei dem Dorfe Alagir (Kneucker Nr. 139).

Querschnitt: Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe ist in Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung von den Mestombündeln und deren Scheiden und dem sich anschließenden Wasser-

[1] cf. Haberlandt IV pag. 129 und XIV pag. 238—240, ferner Kareltschikoff, Über die faltenförmigen Verdickungen in den Zellen einiger Gramineen, Bull. de la soc. imper. des naturalistes de Moscou Tome XLI 1868.

gewebe gebildet wird. Dieses farblose parenchymatische Gewebe (Fig. 87 wg), welches im Querschnitt aus meist zwei Zellreihen gebildet wird, ist vorzüglich oberhalb des Mestombündels entwickelt, während unterhalb desselben die stets geschlossene Parenchymscheide (Fig. 87 psch) nur durch wenige farblose Zellen verstärkt wird oder unmittelbar der Bastgurtung angrenzt. In der stark über das Niveau der unteren Blattfläche hervortretenden Mittelrippe findet sich nur unterhalb des Mestombündels eine ziemlich stark entwickelte Bastgurtung (Fig. 88), während oberhalb des Bündels das Wassergewebe der Epidermis angrenzt. Die Randgurtungen sind nur schwach entwickelt. Die Räume zwischen den Trägern werden zum größten Teil von einem sehr lockeren, farblosen Sternparenchym (Fig. 87 fp) eingenommen, dessen Interzellularen (i) im Querschnitt betrachtet ebenso groß, ja oft größer erscheinen, als die Zellen selbst. In älteren Blättern ist dieses Gewebe bereits resorbiert worden; alsdann erscheinen dieselben von einer Reihe von Luftkanälen (Fig. 88 h) in der Längsrichtung durchzogen. Das chlorophyllhaltende Parenchym (Fig. 87 chp) ist auf eine 1—2schichtige Lage beschränkt, die sich an der Epidermis beider Blattseiten und den Flanken der Träger hinzieht. Die der Epidermis der Oberseite angrenzende äußerste Schicht dieses Gewebes besteht aus typischen Pallisadenzellen, die allerdings nur wenig in radialer Richtung gestreckt erscheinen. Die Epidermiszellen sind von mittlerer Größe, ihre Wandungen weisen eine nur mäßige Verdickung auf.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite besteht vorwiegend aus sechseckigen oder rechteckigen Langzellen, deren gerade Wände sehr feine Poren oder Tüpfel aufweisen. Über Bast ist die Außenwand dieser Zellen meist etwas blasig vorgewölbt. In der Nähe der über Bast befindlichen Epidermisstreifen finden sich mehrere Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln. Die Gelenkzellen endlich zeigen den pag. 7 geschilderten Bau.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen unterscheidet sich die Epidermis der Unterseite von der der Oberseite dadurch, daß hier niemals reine Langzellreihen auftreten. Es wechseln vielmehr die Langzellen stets mit Spaltöffnungen oder meist mit annähernd rechteckigen Kurzzellen ab, die weit breiter als lang sind.

Am Blattrande finden sich auf beiden Seiten Randstachelhaare in Alternation mit Langzellen.

2. *Glyceria spectabilis* M. u. K. (Taf. XIII, Fig. 89 u. 90).

Fundort: Metgethen bei Königsberg.

Querschnitt: G. spectabilis weist im anatomischen Bau der Laubblätter vielfache Übereinstimmungen mit der erstgenannten Art auf. Es wird daher genügen, auf die unterscheidenden Merkmale aufmerksam zu machen. Das auch hier aus zwei Zellschichten bestehende Wassergewebe ist vorwiegend unterhalb der Mestombündel entwickelt (Fig. 89 wg), während oberhalb der Mestombündel in der Lamina dasselbe nur spärlich vorhanden ist. In der Mittelrippe des Blattes dagegen schließt sich das Wassergewebe nur oberhalb des Mestombündels der Parenchymscheide an, während unterhalb des Bündels die farblose Parenchymscheide dem Assimilationsgewebe angrenzt. Die oberen Gurtungen der I-förmigen Träger sind nach dem Gefäßbündel zu keilförmig zugespitzt. Außer den mit Mestom verbundenen Gurtungen und den nur schwach entwickelten Randgurtungen finden sich einzelne dickwandige Zellen dicht unter der Epidermis beider Blattseiten zwischen dem chlorophyllhaltenden Parenchym (Fig. 89). Das farblose Parenchym (Fig. 89 fp) (Parenchyme étoilé Duval-Jouves[1]) wird von außerordentlich großen, sehr dünnwandigen Zellen von unregelmäßiger Gestalt gebildet, die nur kleine Interzellularen zwischen sich lassen. Zuweilen sind sogar die Kanten zusammenstoßender Zellen kollenchymatisch verdickt. Das Assimilationsgewebe zeigt fast denselben Bau und dieselbe Anordnung wie bei G. arundinacea, doch findet sich hier auf beiden Blattseiten ein deutlich ausgeprägtes einschichtiges Pallisadengewebe. Die Gelenkzellen (Fig. 90 gl) sind von recht bedeutender Größe. Ihnen schließt sich eine einschichtige Lage farbloser parenchymatischer Zellen (Fig. 90 wg) an, die, ebenso wie die darunter befindlichen chlorophyllhaltenden Zellen, in tangentialer Richtung gestreckt erscheinen.

Epidermis von der Fläche gesehen: Die Epidermis zeigt abgesehen von der schwach welligen Beschaffenheit der Radialwände denselben Bau wie bei der vorher besprochenen Art.

[1] cf. III.

3. Glyceria fluitans Rob. Br. (Taf. XIII, Fig. 92 u. 93).

Fundort: Neuhausen bei Königsberg.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich G. fluitans den beiden bereits genannten Arten an, doch sind im einzelnen ziemlich große Unterschiede vorhanden. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind nicht durch dickwandige Parenchymzellen voneinander getrennt. Das mechanische Gewebe, das etwas reichlicher auftritt, ist in Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Gurtungsverband nur durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt wird. Das den erstgenannten Arten eigene Wassergewebe dagegen fehlt hier gänzlich. Einen etwas anderen Bau zeigt der Träger, der die stark nach unten hervortretende Mittelrippe durchzieht. Die obere Gurtung desselben grenzt unmittelbar der Parenchymscheide an, während die untere Gurtung mit der Parenchymscheide durch Vermittlung von Chlorophyllparenchym in Verbindung steht. Außer den nur schwach entwickelten Randgurtungen findet sich je eine kleine Gurtung dicht unter der Epidermis beider Blattseiten etwa in der Mitte zwischen je zwei Trägern. Das farblose Parenchym besteht aus typischen Sternzellen. Das Assimilationsgewebe zeigt denselben Bau und dieselbe Anordnung wie bei G. spectabilis. Die ziemlich großen Gelenkzellen grenzen dem chlorophyllführenden parenchymatischen Gewebe unmittelbar an.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaare miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: In der Nähe der Streifen über Bast finden sich in den Streifen über Parenchym mehrere Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Stomata abwechseln. Die mittleren Reihen eines jeden Streifens werden dagegen nur von sechseckigen Langzellen, deren Wände glatt erscheinen, gebildet. Hin und wieder ist ein Teil der Außenwand einer Langzelle zu einer rundlichen Haarpapille vorgewölbt.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen (Fig. 92 u. 93): 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Kurzzellen mit Langzellen, deren gesamte Außenwand blasig vorgewölbt ist, sehr regelmäßig ab (Fig. 93).

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus sechseckigen Langzellen, die meist nur wenig gestreckt sind, ja zuweilen ebenso lang als breit erscheinen. Die Radialwände dieser Zellen sind gerade und nicht getüpfelt. Die Außenwand ist stets zum Teil zu einer Haarpapille (Fig. 92 hp) ausgewachsen, die dem einen Ende der Zelle genähert ist. Außer reinen Langzellreihen finden sich in jedem Streifen einige wenige Reihen, in denen Langzellen, die hier jedoch meist ebenso lang als breit sind, mit Spaltöffnungen unregelmäßig abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Glyceria plicata Fries (Taf. XV Fig. 110).

Fundort: Bei Wimmingen.

Querschnitt: Die Mittelrippe der schwach welligen Blätter tritt über das Niveau der Unter- wie der Oberseite scharf hervor (Fig. 110). Im übrigen schließt sich in der Gesamtform G. plicata eng an G. spectabilis an.

Hadrom und Leptom der Mestombündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das nur schwach entwickelte mechanische Gewebe ist in Gestalt I-förmiger Träger entwickelt, deren Füllung nicht allein durch die Mestombündel und deren Scheiden, sondern auch durch Wassergewebe hergestellt wird. Letzteres schließt sich in der Lamina unterhalb des Mestombündels der farblosen Parenchymscheide an. Oberhalb des Bündels dagegen grenzt die stets geschlossene, aus ziemlich großen Zellen bestehende, Parenchymscheide der Gurtung unmittelbar an. In der Mittelrippe wird die Verbindung der Gurtung mit den Scheiden des Mestombündels oberhalb desselben durch Chlorophyllparenchym und Wassergewebe vermittelt, während unterhalb des Bündels nur das Chlorophyllparenchym die Bastgurtung mit der farblosen Parenchymscheide verbindet. Außer den schwach entwickelten Randgurtungen findet sich je eine mestomfreie Bastgurtung an der Epidermis der Unterseite, gegenüber den beiden Gelenkzellgruppen. Das

farblose Parenchym und das chlorophyllgrüne Assimilationsgewebe zeigen denselben Bau und dieselbe Anordnung wie bei G. spectabilis, doch ist das Pallisadengewebe nicht immer in typischer Weise ausgebildet. Die Epidermiszellen sind ziemlich großlumig und dünnwandig.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite besteht vorwiegend aus sechseckigen oder rechteckigen Langzellen, deren Wände glatt und ungetüpfelt sind. Hin und wieder ist die Außenwand einer Langzelle papillenartig vorgewölbt oder zu einem Stachelhaare ausgewachsen. In den Streifen über Parenchym finden sich außer diesen reinen Langzellreihen gemischte Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig abwechseln. Am Blattrande sind ziemlich stark entwickelte Randstachelhaare vorhanden. Die Gelenkzellen zeigen den gewöhnlichen Bau (cf. pag. 7).

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen zeigt die Epidermis der Unterseite denselben Bau wie die der Oberseite.

5. Glyceria remota Fries (Taf. XIII, Fig. 91 und Taf. XV, Fig. 111).

Fundort: Bei Königsberg.

Querschnitt: Die Mittelrippe des Blattes tritt scharf über das Niveau der unteren Blattfläche hervor (Fig. 111). Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch eine Gruppe dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die stets geschlossenen farblosen Parenchymscheiden (Fig. 91 psch), die von großen Zellen gebildet werden, sind sehr deutlich ausgeprägt. In der Lamina schließt sich ihnen oberhalb und unterhalb des Mestombündels ein im Querschnitt aus nur wenigen Zellen gebildetes Wassergewebe (Fig. 91 wg) an, während in der Mittelrippe nur oberhalb des Bündels ein ziemlich stark entwickeltes Wassergewebe (Fig. 111 fp) auftritt. Das nur schwach entwickelte mechanische Gewebe ist in Form kleiner Gurtungen an beiden Blattseiten ausgebildet. Der Gurtungsverband wird außer den Mestombündeln und deren Scheiden noch durch Wassergewebe vermittelt. Außer den nur schwach entwickelten Randgurtungen finden sich kleine aus — im Querschnitt betrachtet — nur zwei Zellen bestehende Gurtungen oder auch isolierte dickwandige Bastzellen zwischen dem Chlorophyllparenchym an der Epidermis beider Blattseiten.

Die obere Gurtung der Mittelrippe endlich grenzt direkt an die Parenchymscheide (bzw. das Wassergewebe), während die Verbindung der unteren recht starken Gurtung (Fig. 111) mit der Parenchymscheide durch Chlorophyllparenchym hergestellt wird. Zwischen je zwei Trägern finden sich in der Lamina je ein Luftkanal (Fig. 91 h), der seitlich von den farblosen Parenchymscheiden und dem sich anschließenden Wassergewebe, oben und unten von einer einschichtigen Lage chlorophyllhaltiger Pallisadenzellen (Fig. 91 chp) begrenzt wird. Das Assimilationsgewebe ist hier somit auf ein sehr geringes Maß reduziert. In jüngeren Blättern findet sich an Stelle des Luftkanals ein farbloses parenchymatisches Gewebe, das denselben Bau aufweist wie bei G. plicata. Sehr auffallend ist die im Querschnitt etwa dreieckig erscheinende Höhlung (Fig. 111 h), welche sich jederseits von der Mittelrippe zwischen den Gelenkzellen (gl) und dem sich ihnen anschließenden Chlorophyllparenchym einer- und dem ersten Mestombündel andrerseits vorfindet.

Epidermis von der Fläche gesehen: Die Epidermis beider Blattseiten zeigt im wesentlichen denselben Bau wie bei G. arundinacea (cf. pag. 77).

6. Glyceria nemoralis Uechtr. u. Kör. (Taf. XV, Fig. 102 u. 103).

Fundort: Im Trebnitzer Buchenwald bei Breslau.

Querschnitt: G. nemoralis zeigt einen von den bisher beschriebenen Arten sehr abweichenden Bau der Laubblätter. Die Mittelrippe der sehr stark welligen Lamina tritt auf beiden Seiten stark hervor. Auf der Grenze zwischen Hadrom und Leptom findet sich eine Gruppe dickwandiger Parenchymzellen. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Bevor auf die Anordnung dieses Gewebes näher eingegangen werden kann, muß noch mit einigen Worten die eigentümliche Gestalt der Lamina beschrieben werden. Unterhalb eines jeden Mestombündels springt die Lamina scharf keilartig nach unten vor. Desgleichen zeigt die Oberseite eine starke Hervorwölbung der mittleren Partie (Fig. 102) zwischen je zwei Mestombündeln. Die Anordnung der mechanischen Elemente ist nun derart, daß mit Mestom verbundene Träger mit Mestom freien Trägern abwechseln. Die obere Gurtung der ersteren grenzt direkt an die stets

geschlossene farblose Parenchymscheide (Fig. 103 psch), während die untere Gurtung mit der Parenchymscheide durch ein, im Querschnitt aus zwei Zellreihen bestehendes Wassergewebe (Fig. 103 wg) in Verbindung gesetzt wird. Die obere ziemlich starke Gurtung der mestomfreien Träger befindet sich an der nach außen am weitesten hervortretenden Stelle der Oberseite. Ihr gegenüber befindet sich auf der Unterseite eine im Querschnitt aus nur wenigen Zellen bestehende Bastgurtung. In einzelnen Fällen fehlt die letztgenannte Gurtung gänzlich. Die Füllung dieser Träger wird durch chlorophyllgrünes und farbloses parenchymatisches Gewebe hergestellt. Schließlich sei noch der nur schwach entwickelten Randgurtungen und der kleinen Gurtungen, welche sich an der Epidermis der Unterseite gegenüber den Gelenkzellen befinden, gedacht. Die Räume zwischen je zwei mit Mestom verbundenen Trägern wird von farblosem Parenchym (Fig. 103 fp) und chlorophyllgrünem Gewebe (chp) erfüllt, deren Anordnung jedoch etwas von der, die wir von den vorher besprochenen Arten kennen gelernt haben, abweicht. Das aus großen Zellen bestehende farblose Parenchym ist zwischen je zwei Mestombündeln in zwei Strängen entwickelt, die durch Chlorophyllparenchym voneinander getrennt sind, mit der farblosen Parenchymscheide des zunächstliegenden Bündels dagegen in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Das Assimilationsgewebe, welches reichlicher entwickelt ist, als bei den vorher besprochenen Arten, läßt eine deutliche Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym nicht erkennen. Die relativ großlumigen Epidermiszellen sind zum Teil zu Trichomen entwickelt. Die Gelenkzellen sind von ziemlich bedeutender Größe.

Epidermis von der Fläche gesehen: Die Epidermis beider Blattseiten zeigt, abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen und der größeren Zahl der Spaltöffnungen auf der Oberseite, denselben Bau.

1. Streifen über Bast: Es wechseln in den Streifen über Bast Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaaren unregelmäßig miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym finden sich vorwiegend reine Langzellreihen, doch treten in jedem Streifen außerdem mehrere Reihen auf, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen oder Parenchymstachelhaaren abwechseln.

Am Blattrande wechseln Langzellen mit Randstachelhaaren.

VII. Atropis.

Die Gattungen Glyceria und Atropis weisen in den morphologischen Merkmalen der Blüte und Frucht sehr große Übereinstimmungen auf, so daß sie von einer Reihe von Forschern zu einer Gattung (Glyceria) zusammengezogen werden. In der anatomischen Struktur der Blattorgane sind jedoch ziemlich bedeutende Unterschiede zwischen den beiden Gattungen vorhanden.

Die untersuchten Arten gehören der zweiten Klasse, Abteilung b, der Wiesengräser an. Von den untersuchten Arten der Gattung Glyceria unterscheiden sie sich schon auf den ersten Blick durch den gänzlichen Mangel an Wassergewebe und farblosem Parenchym. Das Blattinnere ist niemals von Luftkanälen durchzogen. Die mechanischen Elemente sind meist nur schwach entwickelt, dagegen ist das Assimilationsgewebe gut ausgebildet. Die meist von Bastelementen durchbrochenen, selten geschlossenen Parenchymscheiden sind meist chlorophyllhaltig. Die Epidermiszellen weisen, von der Fläche betrachtet, meist stark wellige oder knotig verdickte Radialwände auf.

Ich beginne mit der Beschreibung der zur Klasse 2 b gehörenden Arten:

Rechts und links von der nur wenig hervortretenden Mittelrippe findet sich je eine Gruppe von Gelenkzellen, der übrigen glatten oder schwach welligen Lamina fehlen die Gelenkzellen.

1. Atropis maritima Gris. (Taf. XV, Fig. 108).

Fundort: Am Seestrande bei Travemünde.

Querschnitt: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind meist durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe ist in Form I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung bei den

primären Bündeln durch diese und deren Scheiden allein vermittelt wird, während bei den schwächeren Bündeln die hier nur vorhandene untere Gurtung, welche im Querschnitt aus nur wenigen Zellen gebildet wird, mit dem zugehörigen Mestombündel durch Chlorophyllparenchym in Verbindung steht. Die Randgurtungen sind nur mäßig entwickelt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände stärker verdickt sind als die Außenwände. Die Parenchymscheiden sind fast gar nicht ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe läßt eine ziemlich deutliche Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym erkennen. Es füllt den Raum zwischen den Trägern vollkommen aus. Farbloses Parenchym fehlt gänzlich. Die Epidermiszellen sind relativ großlumig und dünnwandig. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln rechteckige Langzellen, deren Wände gewellt sind, mit Kurzzellen von rechteckiger Form oder Baststachelhaaren unregelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und rechteckige Kurzzellen, die stets breiter als lang sind, regelmäßig abwechseln. Selten tritt an die Stelle einer Kurzzelle ein Parenchymstachelhaar. Außer diesen Reihen finden sich jedoch in jedem Streifen zwei oder mehrere Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich abgesehen von dem Auftreten der Gelenkzellen, die den pag. 7 beschriebenen Bau zeigen, durch die reichlichere Zahl Spaltöffnungen führender Reihen und das häufigere Auftreten von Trichomen an Stelle der Kurzzellen in den Streifen über Parenchym.

2. *Atropis convoluta* Griseb. (Taf. XIV, Fig. 97 und Taf. XV, Fig. 104—107).

Fundort: Roynela in Spanien.

Querschnitt (cf. Fig. 97): Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—2. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände weit stärker verdickt sind als die Außenwände. Die sehr gut ausgeprägten farblosen Parenchymscheiden sind stets geschlossen. Das ziemlich stark entwickelte mechanische Gewebe ist in Gestalt oberer und unterer Gurtungen ausgebildet, deren Verbindung zu I-förmigen Trägern nur durch die Mestombündel und deren Scheiden hergestellt wird. Die oberen Gurtungen erscheinen schmal bandartig in radialer Richtung gestreckt, während die unteren Gurtungen breiter und massiger entwickelt sind. Zwischen der mit mechanischen Elementen zu I-förmigen Trägern kombinierten Mestombündeln sind in bestimmter Anordnung Mestombündel eingeschaltet, die nicht mit Bastelementen in Verbindung stehen und zwar findet sich in der Lamina zwischen je zwei Trägern in der Regel eins der genannten Bündel, während zwischen dem Träger der Mittelrippe und dem benachbarten Träger der Lamina jederseits zwei dieser Bündel auftreten. Der übrige Raum des Blattinnern wird von Chlorophyllparenchym ausgefüllt. Dasselbe besteht aus ziemlich großen isodiametrischen Zellen. Eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Gelenkzellen, welche — wie auch bei G. maritina — etwas unter das Niveau der übrigen Lamina eingesenkt erscheinen, sind von mittlerer Größe. Die Epidermiszellen sind relativ klein und dickwandig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 104 u. 105). 1. Streifen über Bast (Fig. 105): Die Reihen über Bast bestehen 1. aus Langzellen (l) von rechteckiger Form, deren Radialwände stark gewellt sind, 2. aus rundlichen Korkkurzzellen (ko), 3. aus nierenförmigen oder sichelförmigen Kieselzellen (ki), die sich mit der Konkavseite der rundlichen Korkzelle anlegen. Die Anordnung dieser Zellformen ist sehr regelmäßig (1, 2, 3, 1, 2, 3).

2. Streifen über Parenchym (Fig. 104): Die Streifen über Parenchym bestehen aus zwei Arten von Reihen:

1. Reihen, in denen rechteckige Langzellen (l) mit gewellten Wänden und rechteckige Kurzzellen (k), die etwa viermal so breit als lang sind, abwechseln.
2. Reihen, in denen sehr kurze Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig alternieren.

Die Verteilung dieser beiden Arten von Reihen innerhalb eines Streifens ist verschieden.

3. Randstreifen (Fig. 107): Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren, die am Rande des Blattes ununterbrochen aufeinander folgen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen (Fig. 106): 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Oberseite zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die der Unterseite, doch treten vielfach an Stelle der Korkkurzzellen Baststachelhaare auf.

2. Streifen über Parenchym: Auch auf der Oberseite können wir zwei Arten von Reihen in den Streifen über Parenchym unterscheiden:

1. Reihen, in denen rechteckige Langzellen (l), deren Radialwände gewellt sind, und deren Außenrand zu einer rundlichen Haarpapille (hp) vorgewölbt ist, die stets dem einen Ende der Zelle genähert ist, mit Kurzzellen, die zu Haarpapillen (hp) ausgewachsen sind, abwechseln.
2. Reihen, in denen kürzere Langzellen, die ebenfalls an dem einen Ende zu einer rundlichen Haarpapille ausgewachsen sind, mit Spaltöffnungen abwechseln. Die Zahl dieser Reihen ist größer als die der erstgenannten.
3. Gelenkzellstreifen: cf. pag. 7.
4. Randstreifen: Abgesehen von dem Vorkommen von Randstachelhaaren zeigen die Randstreifen denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der zur dritten Klasse der Wiesengräser gehörenden Arten. Dieselben zeichnen sich durch die rinnige Vertiefung der Blattoberseite und das gleichzeitige Verschwinden einer ausgeprägten Mittelrippe aus. Am Grunde der Rinnen findet sich je eine Gruppe ziemlich großer Gelenkzellen.

3. Atropis Borreri Richt. (Taf. XIV, Fig. 94 u. 95 und Taf. XV, Fig. 109).

Fundort: Am Meeresufer bei Tivoli.

Querschnitt: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Stärkere und schwächere Bündel wechseln derart ab, daß jedes Prisma von einem primären Bündel durchzogen wird, während unter jeder Gelenkzellengruppe sich ein schwächeres (meist sekundäres) Mestombündel vorfindet (cf. Fig. 95). Die mechanischen Elemente sind nur sehr gering entwickelt; und zwar finden sie sich, mit Ausnahme der ebenfalls nur sehr schwach ausgebildeten Randgurtungen, nur in Verbindung mit den Bündeln, welche die Prismen durchlaufen, während unterhalb der Gelenkzellen keine mechanischen Elemente auftreten. Die oberen Gurtungen der I-förmigen Träger bestehen (auf den Querschnitt betrachtet) aus nur sehr wenigen Zellen, während die unteren Gurtungen etwas stärker entwickelt sind. An der Bildung der Träger ist außer den Mestombündeln und deren Scheiden stets auch das Chlorophyllparenchym (wenigstens oberhalb des Bündels) beteiligt. Die stets geschlossenen, chlorophyllhaltigen Parenchymscheiden sind gut ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe (Fig. 94 chp) zeigt eine ziemlich deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym. Die Gelenkzellen (Fig. 94 gl), welche von ziemlich ansehnlicher Größe sind, zeigen den gewöhnlichen Bau. Die übrigen Epidermiszellen sind relativ klein und dickwandig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen, deren Radialwände gerade und getüpfelt sind, und deren Außenwand stets von einer Haarpapille überwölbt wird, mit papillenartigen Stachelhaaren sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym (Fig. 109): Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend ebenfalls aus Reihen von demselben Bau wie die über Bast. Doch finden sich in jedem Streifen in der Nähe der Streifen über Bast ein oder mehrere Reihen, in denen Langzellen (l) von dem beschriebenen Aussehen mit Spaltöffnungen abwechseln. Es sei noch bemerkt, daß die aus einem Teil der Außenwand der Langzelle

hervorgehende Haarpapille (hp) stets dem einen Ende der Zelle genähert ist. Am Blattrande finden sich Randstachelhaare von gewöhnlicher Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit getüpfelten Wänden und Baststachelhaaren ziemlich regelmäßig ab. Doch treten neben den Stachelhaaren auch rechteckige bis rundliche Kurzzellen auf.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus 1. Langzellen, 2. rechteckigen Korkzellen, 3. rechteckigen bis rundlichen Kieselzellen. Die Anordnung der genannten Zellformen ist sehr regelmäßig (1, 2, 3 etc.). Außer diesen Reihen finden sich jedoch stets an den Flanken der Prismen einige Reihen, in denen Langzellen, deren Außenwand (zum Unterschiede von den Langzellen der erstgenannten Reihen des Streifens) zu keulenförmigen Haarpapillen ausgewachsen ist, mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Siehe Epidermis der Oberseite.

4. Atropis distans Griseb. (Taf. XIV, Fig. 96).

Fundort:[1] Am Meeresstrande bei Reval.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich A. distans der letztgenannten Art an. Im einzelnen sind jedoch ziemlich große Unterschiede zu verzeichnen. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel (es sind fast alle Bündel primär) sind meist durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, während unterhalb der Gelenkzellen sich keine Mestombündel vorfinden. Das mechanische Gewebe, das stärker entwickelt ist als bei A. Borreri, ist in Form oberer und unterer Gurtungen ausgebildet, deren Verbindung zu I-förmigen Trägern nur durch die Mestombündel und deren Scheiden hergestellt wird. Das Chlorophyllparenchym ist in der Regel nicht an der Trägerbildung beteiligt. Die Mestomscheiden[2] bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleich großen Zellen, deren Innen- und Außenwände ziemlich gleich stark verdickt sind. Die Gelenkzellen sind von ziemlich bedeutender Größe. Das Assimilationsgewebe läßt eine nur undeutliche Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym erkennen. Die Epidermiszellen besitzen sehr stark verdickte Außenwände. Die Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt, sie bestehen oberhalb und unterhalb der Bündel aus dickwandigen Zellen.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite besteht vorwiegend aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen, deren Wände stark gewellt und getüpfelt sind, mit rechteckigen Kurzzellen abwechseln. Doch finden sich in den Streifen über Parenchym stets mehrere Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen wechseln. Über Bast sind die Kurzzellen zuweilen zu Stachelhaaren ausgewachsen. Am Blattrande finden sich in der Nähe der Blattspitze nur starke Randstachelhaare, während mehr nach der Blattbasis zu Randstachelhaare mit kürzeren Langzellen unregelmäßig alternieren.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen Langzellen, deren Wände stark gewellt sind und Baststachelhaare abwechseln. Zuweilen tritt eine rechteckige Kurzzelle an die Stelle eines Stachelhaares.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen: 1. aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden und Stomata sehr regelmäßig wechseln; 2. aus Reihen, in denen Langzellen mit rechteckigen Kurzzellen bzw. Parenchymstachelhaaren alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen den gewöhnlichen Bau.

---

[1] Ich habe Pflanzen der verschiedensten Standorte untersucht, habe jedoch keine wesentlichen Abweichungen der anatomischen Struktur von dem im folgenden beschriebenen Exemplar nachweisen können.

[2] Schwendener (cf. XII p. 407) beobachtete bei schwächeren Bündeln von A. distans unvollkommene nur das Leptom umschließende Mestomscheiden. Ich habe unvollkommene Mestomscheiden nicht finden können.

VIII. Catapodium.

Catapodium loliaceum Link (Taf. XIV, Fig. 98—100).

Fundort: Insel Lissa (Mittelmeergebiet).

Gesamtform: C. loliaceum, das der dritten Klasse, Abteilung a, der Wiesengräser zuzuzählen ist, besitzt Blätter, deren Mittelrippe gar nicht ausgeprägt ist, dagegen ist eine sehr stark rinnige Vertiefung der Blattoberseite eingetreten (cf. Fig. 98). Das mechanische Gewebe ist nur sehr gering entwickelt. Die Gelenkzellen sind nur von mäßiger Größe, dagegen besitzen die übrigen Epidermiszellen relativ große Höhlungen.

Mestombündel: Primär ist nur das Mestombündel der Mittelrippe, während die Bündel der übrigen Lamina meist tertiär, seltener sekundür ausgebildet sind. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom des primären Bündels findet sich eine kleine Gruppe dickwandiger Zellen.

Mestomscheide: Nur das Mestombündel der Mittelrippe wird von einer deutlichen, wenn auch nur schwachen Mestomscheide umschlossen, während die schwächeren Bündel der Lamina eine Mestomscheide nicht erkennen lassen.

Parenchymscheide: Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden bestehen aus ziemlich großen chlorophyllgrünen Zellen.

Mechanisches Gewebe: Mit Ausnahme der nur schwach entwickelten Randgurtungen und einer kleinen Gurtung unterhalb des Mestombündels der Mittelrippe sind mechanische Elemente nur andeutungsweise in Form sehr kleiner, im Querschnitt aus meist nur 2—3 Zellen bestehender Gurtungen entwickelt, die den Scheitel eines jeden Prismas einnehmen. Die Verbindung mit dem zugehörigen Mestombündel wird durch chlorophyllgrünes Gewebe hergestellt.

Chlorophyllparenchym (Fig. 99 chp): Das Assimilationsgewebe besteht innerhalb der Prismen aus größeren, zwischen den Prismen aus kleineren unregelmäßig gestalteten Zellen, die nur sehr locker miteinander verbunden sind. Eine strenge Sonderung des reichlich vorhandenen Chlorophyllparenchyms ist nicht eingetreten. Die Atemhöhlen unterhalb der Stomata zeichnen sich durch auffallende Größe aus.

Gelenkzellen (Fig. 99 gl): Die Gelenkzellen, welche den pag. 6 beschriebenen Bau aufweisen, sind nur wenig größer als die übrigen Epidermiszellen.

Epidermis im Querschnitt: Die übrigen Epidermiszellen der Oberseite sind relativ sehr großlumig und dünnwandig. Die Zellen der Unterseite sind ebenfalls großlumig, zeichnen sich aber durch außerordentlich starke Außenwände aus (cf. Fig. 99).

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den sehr schmalen Streifen über Bast wechseln Reihen, die nur von rechteckigen oder sechseckigen Zellen gebildet werden, deren Wände glatt und nicht getüpfelt sind, mit Reihen, in denen Langzellen und Baststachelhaare in sehr regelmäßiger Folge auftreten, ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln sechseckige Langzellen mit glatten dünnen Wänden und Stomata sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 100): 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus 1. Langzellen (l), deren Radialwände sehr stark wellig erscheinen, 2. rundlichen Kieselzellen, 3. nieren- oder sichelförmigen Korkkurzzellen. Die Anordnung der genannten Zellformen ist sehr regelmäßig (1, 2, 3, 1, 2, 3).

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus zwei Arten von Reihen:

1. Reihen, in denen rechteckige Langzellen, deren Radialwände gewellt und getüpfelt sind, mit rechteckigen oder elliptischen Kurzzellen abwechseln. Neben der Mittelrippe finden sich stets einzelne Stomata an Stelle der Kurzzellen.

. Reihen, die nur von sechseckigen Zellen gebildet werden, deren Radialwände glatt und ohne Tüpfel sind.

Sehr auffallend ist, daß glattwandige Zellen von der eben beschriebenen Form auch in den erstgenannten Streifen über Parenchym zerstreut auftreten. Ebenso finden sich, jedoch seltener, rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden in den letztgenannten Reihen.

3. Randstreifen: Die Streifen am Rande unterscheiden sich nur durch das Vorkommen der Randstachelhaare von den Streifen über Bast.

IX. Scleropoa.

Scleropoa rigida (Taf. XIV, Fig. 101).

Fundort: Abbazia in Österreich (Kneucker Nr. 51).

Gesamtform: S. rigida, die ebenfalls der dritten Klasse der Wiesengräser angehört, schließt sich in der Gesamtform Catapodium loliaceum eng an; die mechanischen Elemente sind jedoch etwas reichlicher entwickelt.

Mestombündel: Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 5—6. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch eine kleine Gruppe dickwandiger Zellen voneinander getrennt.

Mestomscheiden: Sämtliche Mestombündel sind von einer, im ganzen Umfange aus gleichen Zellen gebildeten Mestomscheide umschlossen. Die Außen- und Innwände der einzelnen Zellen besitzen annähernd gleiche Stärke, doch sind die Scheidenzellen der schwächeren Bündel stets dünnwandiger als die der stärkeren Bündel.

Parenchymscheiden: Die stets geschlossenen, chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt.

Mechanisches Gewebe: (Fig. 101. mg). Das nur gering entwickelte mechanische Gewebe ist in Form oberer und unterer, im Querschnitt nur aus wenigen Zellen bestehenden Gurtungen angeordnet, deren Verbindung mit dem Mestombündel durch Chlorophyllparenchym hergestellt wird. Die Randgurtungen sind ebenfalls nur gering entwickelt.

Chlorophyllparenchym: (Fig. 101 chp). Das Assimilationsgewebe zeigt denselben Bau und dieselbe Anordnung wie bei Catapodium loliaceum. Doch sind die Atemhöhlen weniger groß.

Gelenkzellen: Die Gelenkzellen (gl), welche den pag. 6 beschriebenen Bau aufweisen, unterscheiden sich im Querschnitt betrachtet, nur durch meist etwas bedeutendere Größe von den übrigen Epidermiszellen.

Epidermis im Querschnitt: Mit Ausnahme der über den unteren Bastgurtungen befindlichen Zellen sind sämtliche Epidermiszellen großlumig und dünnwandig. Besonders großlumig und dünnwandig sind die Zellen der Unterseite, welche über Parenchym sich befinden,[1]) so daß hier eine gewisse Analogie mit den Gelenkzellen zu erkennen ist.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus 1. reinen Langzellreihen, 2. Reihen, in denen rechteckige Langzellen, deren Radialwände deutlich gewellt und getüpfelt erscheinen, mit rechteckigen bis elliptischen Kurzzellen, deren Außenwand papillenartig vorgewölbt ist, abwechseln.

Die Anordnung und Zahl dieser Reihen ist in den einzelnen Streifen verschieden.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus sechseckigen Langzellen, mit glatten Wänden, doch finden sich neben der Mittelrippe je eine oder wenige Reihen, in denen Langzellen und Stomata sehr unregelmäßig wechseln.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch die Randstachelhaare von den Streifen über Bast.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit glatten Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig ab.

---

[1] cf. Douval-Jouve III pag. 318 etc. und Grob XIII pag. 35.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym weisen zwei Arten von Reihen auf: 1. Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Stomata sehr regelmäßig abwechseln. 2. Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Parenchymstachelhaare abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen erscheinen von der Fläche betrachtet von langgestreckter Gestalt; doch sind sie etwas breiter als die übrigen Langzellen.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, von den Randstachelhaaren abgesehen, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Tabellarische Übersicht der Eufestuceae.

I. Briza.

Wiesengräser, deren Blätter flache oder nur sehr schwach rinnig vertiefte Oberflächen besitzen. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich auf der Oberseite eine Gelenkzellengruppe. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Sie sind in Gestalt I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung durch die Mestombündel allein oder durch diese in Verbindung mit chlorophyllgrünem Gewebe hergestellt wird. Mestomfreie Bastelemente fehlen mit Ausnahme der Randgurtungen. Die Mestomscheidenzellen besitzen stark verdickte Innenwände. Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden führen stets Chlorophyll. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert.

Die untersuchten Arten stimmen im anatomischen Bau der Blattorgane fast völlig überein; morphologisch sind sie dagegen gut zu unterscheiden.

A. Blätter mit schwach rinniger Oberfläche. Die Gelenkzellen zeigen von der Fläche betrachtet annähernd quadratische Form.
   1. . . . . Briza media L.
   2. . . . . Briza triloba Nees. var. pumilla Hack.

B. Blätter mit glatter Oberfläche. Die Gelenkzellen zeigen von der Fläche betrachtet langgestreckte Gestalt.
   3. . . . . Briza maxima L.
   4. . . . . Briza minor L.

II. Poa.

Wiesengräser, deren Blätter flache oder nur schwach wellige Oberflächen besitzen. Die Mittelrippe des Blattes ist stets deutlich ausgeprägt und tritt oft scharf über das Niveau der unteren Blattfläche hervor. Rechts und links neben der Mittelrippe befindet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen, in der übrigen Lamina finden sich nur bei wenigen Arten Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig, oft sogar recht schwach entwickelt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus gleichen Zellen, deren Innenwände meist weit stärker verdickt sind als die Außenwände. Die Parenchymscheiden, welche meist chlorophyllhaltend, sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe zeigt häufig eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Bei einigen Arten findet man im Innern des Blattes Stränge farblosen Parenchyms (bzw. große Luftkanäle). Die Epidermiszellen sind meist großlumig und dünnwandig. Trichome sind gewöhnlich nur in geringer Zahl vorhanden. Hypodermales Wassergewebe fehlt.

A. Die Mittelrippe des Blattes tritt nur wenig hervor. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich auf der Oberseite eine Gruppe meist großer Gelenkzellen.
   I. Gelenkzellen nur auf der Blattoberseite.
      a) Farbloses Parenchym (bzw. Luftkanäle) nicht vorhanden. Parenchymscheiden wenigstens teilweise chlorophyllhaltend.
         1. Gelenkzellen nicht vorgewölbt, von der Fläche gesehen wenig länger als breit. Hadrom und Leptom nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Fast sämtliche Bündel stehen mit mechanischen

Elementen in Verbindung. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Das Chlorophyllparenchym, das häufig an der Trägerbildung beteiligt ist, zeigt keine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Epidermiszellen über Parenchym mit großen Lumen und dünnen Wänden . . . . . Poa laxa Haenke.

2. Gelenkzellen vorgewölbt, von der Fläche gesehen, langgestreckt. Hadrom und Leptom nicht durch dickwandige Zellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. In der Nähe des Blattrandes wechseln mit mechanischen Elementen verbundene Bündel und Bündel, die nicht mit mechanischen Elementen in Verbindung stehen, ab. Das Chlorophyllparenchym nur in der Mittelrippe an der Trägerbildung beteiligt. Es ist deutlich in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Epidermiszellen über Parenchym mit großen Lumen und dünnen Wänden . . . . . Poa Flaccidula Bet.

b) Mit farblosem Parenchym (bzw. Luftkanälen) Parenchymscheiden farblos.

3. Gelenkzellen etwas vorgewölbt, von der Fläche gesehen kaum länger als breit. Hadrom und Leptom durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen gleich starke Innen- und Außenwände, sind jedoch in der Region des Hadroms großlumiger als im Umkreise des Leptoms. Parenchym nicht in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Sämtliche Bündel mit mechanischen Elementen verbunden. Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung nicht beteiligt. Epidermiszellen klein und dickwandig . . . . . Poa pratensis L.

II. Gelenkzellen auf beiden Blattseiten.

4. Gelenkzellen nicht vorgewölbt, von der Fläche betrachtet lang gestreckt, Hadrom und Leptom nicht durch dickwandige Parenchymzellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Sämtliche Mestombündel mit mechanischen Elementen verknüpft, meist ohne Vermittlung von Chlorophyllparenchym. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Epidermiszellen großlumig und dünnwandig . . . . . Poa Masenderana Freyn.

B. Die Mittelrippe tritt meist stark hervor. Rechts und links von derselben findet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen. Der übrigen Lamina fehlen die Gelenkzellen.

I. Farbloses Parenchym (bzw. Luftkanäle) nicht vorhanden.

a) Gegenüber den Gelenkzellen finden sich keine Gurtungen. Epidermiszellen meist groß und dünnwandig.

5. Gelenkzellen groß. Hadrom und Leptom nicht durch dickwandige Zellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden chlorophyllführend. Es wechseln mit mechanischen Elementen verknüpfte Bündel und solche, die gewöhnlich nicht mit mechanischen Elementen in Verbindung stehen, sehr regelmäßig ab. Das Chlorophyllparenchym ist stets an der Trägerbildung beteiligt. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Untere Gurtung der Mittelrippe sichelförmig sehr stark. Mittelrippe scharf hervortretend . . . . . Poa badensis Haenke.

6. Gelenkzellen groß. Hadrom und Leptom nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Fast sämtliche Mestombündel mit Bastelementen in Verbindung. Chlorophyllparenchym meist an der Trägerbildung beteiligt. Gurtung der Mittelrippe keilförmig und weit schwächer als bei Poa badensis. Assimilationsgewebe deutlich in Palisaden- und Schwammparenchym gesondert. Mittelrippe gut ausgeprägt . . . . . Poa alpina L.

7. Gelenkzellen groß. Hadrom und Leptom durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden farblos oder nur wenig Chlorophyll enthaltend. Es wechseln mit mechanischen Elementen kombinierte und von mechanischen Elementen freie Mestombündel ziemlich regelmäßig ab. In der Lamina ist das Chlorophyllparenchym nicht an der Trägerbildung beteiligt, wohl aber in der Mittelrippe. Eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Mittelrippe gut ausgeprägt . . . . . Poa caespitosa Schrad.

8. Gelenkzellen groß. Hadrom und Leptom durch dickwandige Parenchymzellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Sämtliche Bündel sind mit mechanischen Elementen in Verbindung, doch fast stets durch Vermittlung von Chlorophyllparenchym. Assimilationsgewebe in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Mittelrippe fast gar nicht hervortretend . . . . . Poa gracillima Vasey.

9. Gelenkzellen sehr groß. Hadrom und Leptom nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt, doch findet sich auf der Grenze meist eine kleine Gruppe dickwandiger Zellen. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen allseitig gleich starke Wände. Die Parenchymscheiden sind farblos. Nur ein Teil der Bündel ist mit mechanischen Elementen verbunden. Chlorophyllparenchym, das nur selten an der Trägerbildung beteiligt ist, zeigt eine nur schwache Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Die Mittelrippe tritt außerordentlich scharf hervor, oberhalb derselben finden sich Trichome . . . . . Poa Chaixi Villars var. remota Koch.

10. Gelenkzellen sehr groß. Hadrom und Leptom nicht durch dickwandige Zellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheide mit stark verdickten Innenwänden. Die Parenchymscheiden sind chlorophyllhaltend. Nur ein Teil der Bündel ist mit mechanischen Elementen verknüpft. Die Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nur undeutlich. Die Mittelrippe tritt außerordentlich scharf hervor, oberhalb derselben finden sich meist keine Trichome . . . . . Poa Sellowii Nees.

11. Gelenkzellen ziemlich klein. Hadrom und Leptom durch dickwandige Zellen getrennt (doch meist kein vollständiges Band). Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Sämtliche Bündel sind mit mechanischen Elementen verbunden. Das Chlorophyllparenchym, das meist nur in der Mittelrippe an der Trägerbildung beteiligt ist, zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym. Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Die Mittelrippe tritt scharf hervor . . . . . Poa Howelli Vasey.

12. Gelenkzellen von mäßiger Größe. Hadrom und Leptom nicht durch dickwandige Zellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Die Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Sämtliche Bündel stehen mit mechanischen Elementen, meist durch Vermittelung von Chlorophyllparenchym, in Verbindung. Das Assimilationsgewebe ist deutlich in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert, Mittelrippe scharf hervortretend . . . . . Poa pannonica Kerner.

13. Gelenkzellen nur von mäßiger Größe. Hadrom und Leptom durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Sämtliche Mestombündel sind mit mechanischen Elementen meist durch Vermittelung von Chlorophyllparenchym verknüpft. Das Assimilationsgewebe ist deutlich in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert Poa brevifolia Muehlenb.

14. . . . . Poa compressa L.

b) Gegenüber den Gelenkzellen finden sich an der Unterseite Bastgurtungen.

15. Gelenkzellen sehr groß. Hadrom und Leptom nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit gleich starken Innen- und Außenwänden. Parenchymscheiden chlorophyllhaltend. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Chlorophyllparenchym ist an der Trägerbildung nicht beteiligt. Dasselbe zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Mittelrippe deutlich hervortretend. Poa Hookeriana F. Müller.

II. Mit farblosem Parenchym (bzw. Luftkanälen).

16. Gelenkzellen groß. Hadrom und Leptom nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Zellen der Mestomscheiden mit stark verdickten Innenwänden. Parenchymscheiden im oberen Teile zuweilen farblos. Chlorophyllparenchym nur in der Mittelrippe an der Trägerbildung beteiligt. Dasselbe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Mittelrippe nur wenig hervortretend . . . . Poa longifolia Trin.

Wenn man die allgemeine Charakterisierung der Gattung Poa überschaut, so fällt die große Übereinstimmung im anatomischen Bau der Blattorgane mit Sesleria, Melica und Briza leicht in die Augen. Die Gattung Poa ist jedoch, abgesehen von den auch hier vorhandenen, wenn auch nur geringen anatomischen Unterschieden, morphologisch sehr gut charakterisiert, so daß eine Verwechslung mit den anderen genannten Gattungen ausgeschlossen ist.

Die Gruppen A und B der vorstehenden Tabelle sind sehr leicht zu trennen. Dasselbe gilt für die Unterscheidung der einzelnen Arten der Gruppe A. In der Gruppe B I dagegen sind die Unterschiede im anatomischen Bau der Laubblätter geringer, doch ist es auch hier — mit Ausnahme von Poa compressa und Poa brevifolia — möglich die einzelnen Arten anatomisch zu trennen. Morphologisch dagegen sind sämtliche untersuchten Arten sehr gut zu unterscheiden. Besonders hervorheben möchte ich noch, daß Poa alpina L. und Poa badensis Haenke, die von Linné unter dem Namen Poa alpina zusammengezogen werden, sowohl morphologisch, besonders aber auch anatomisch ziemlich bedeutende Verschiedenheiten aufweisen. Dasselbe gilt für Poa Chaixi Villars und Poa Sellowii Nees, die Trinius unter dem Namen Poa sudetica Haenke vereinigt. Ich bin daher der Ansicht, daß die vier in Frage kommenden Gräser als selbständige Arten anzusprechen sind.

III. Colpodium.

Steppengräser mit rinnig vertieften Blattseiten und reichlicher Bastentwicklung. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt nur wenig über das Niveau der übrigen Lamina hervor, ist jedoch deutlich ausgeprägt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind garnicht ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Farbloses Parenchym und Wassergewebe fehlen.

1. Blattflächen nur schwach rinnig vertieft . . . . . C. fulvum Griseb.
2. Blattflächen sehr stark rinnig vertieft . . . . . C. pendulinum Griseb.

IV. Dupontia.

Wiesengras mit flacher Lamina. Rechts und links von der Mittelrippe findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen; der übrigen Lamina fehlen die Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die Parenchymscheiden sind ziemlich deutlich ausgeprägt. Das aus relativ großen Zellen bestehende Assimilationsgewebe ist in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Farbloses Parenchym und Wassergewebe fehlen . . . . . Dupontia Fischeri Br.

V. Scolochloa.

Wiesengras mit schwach rinnig vertiefter Blattoberseite. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe ziemlich großer Gelenkzellen. Die Bastelemente sind relativ stark entwickelt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die farblosen Parenchymscheiden sind deutlich ausgeprägt. Die Zellen des Assimilationsgewebes sind mit zahlreichen in das Lumen hineinragenden Wandeinfaltungen versehen . . . . . Scolochloa festucacea Lk.

VI. Glyceria.

Wiesengräser mit flachen oder welligen Blattflächen. Die Mittelrippe tritt scharf hervor, rechts und links von derselben findet sich eine Gruppe meist großer Gelenkzellen, der übrigen Lamina fehlen die Gelenkzellen. Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die farblosen Parenchymscheiden sind stets geschlossen, ihnen schließt sich ein mehr oder weniger stark entwickeltes Wassergewebe an. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich ein Strang farblosen Parenchyms bez. ein Luftkanal. Das Assimilationsgewebe ist meist auf wenige Lagen beschränkt, die sich an der Epidermis beider Blattseiten hinziehen.

A. Das farblose Parenchym besteht aus Sternzellen.

1. Die Lamina ist flach. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Wassergewebe findet sich vorzüglich oberhalb der Mestombündel. Die Mittelrippe des Blattes tritt nur auf der Unterseite scharf hervor, dieselbe weist nur unterhalb des Mestombündels eine Bastgurtung auf. Die Epidermiszellen der Oberseite sind nur zum geringen Teil zu Haaren ausgewachsen . . . . . Glyceria arundinacea Kunth.

2. Die Lamina ist flach. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch dickwandige Parenchymzellen getrennt. Das Wassergewebe fehlt. Die Mittelrippe, welche nur auf der Unterseite hervortritt, weist oberhalb und unterhalb des Mestombündels je eine Bastgurtung auf.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind sämtlich zu Haarpapillen ausgewachsen . . . . . Glyceria fluitans R. Br.

B. Das farblose Parenchym besteht nicht aus Sternzellen.

I. Die mechanischen Elemente sind in Form I-förmiger stets mit Mestom verbundener Träger entwickelt.

a) Unterhalb der Gelenkzellen sind keine farblosen Zellen vorhanden.

3. Die Lamina ist schwach gewellt. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Wassergewebe findet sich vorwiegend unterhalb der Mestombündel. Die Mittelrippe tritt nach beiden Blattseiten scharf hervor, dieselbe weist oberhalb und unterhalb des Mestombündels je eine Bastgurtung auf . . . . . Glyceria plicata Fries.

4. Die Lamina ist flach. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom findet sich eine Gruppe dickwandiger Zellen. Das Wassergewebe findet sich oberhalb und unterhalb der Mestombündel in gleicher Stärke. Die Mittelrippe, welche nur nach unten scharf hervortritt, besitzt sowohl oberhalb als unterhalb des Bündels eine Bastgurtung . . . . . Glyceria remota Fries.

b) Unterhalb der Gelenkzellen findet sich eine Lage farbloser Zellen.

6. Die Lamina ist flach. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Wassergewebe findet sich vorwiegend unterhalb der Mestombündel. Die Mittelrippe, welche nur auf der Unterseite hervortritt, weist sowohl oberhalb als unterhalb des Mestombündels eine Bastgurtung auf . . . . . Glyceria spectabilis M. u. K.

II. Es wechseln mit Mestom verbundene und mestomfreie Träger regelmäßig ab.

6. Die Lamina ist sehr stark gewellt. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das Wassergewebe findet sich vorwiegend unterhalb der Mestombündel. Die Mittelrippe tritt nach beiden Seiten sehr stark über das Niveau der übrigen Lamina hervor. In derselben findet sich oberhalb und unterhalb des Mestombündels eine Bastgurtung . . . . . Glyceria nemoralis Uechtr. u. Kör.

VII. Atropis.

Wiesengräser mit flacher bis stark rinnig vertiefter Blattoberfläche. Die Mittelrippe des Blattes tritt wenig oder garnicht hervor. Die mechanischen Elemente sind mäßig entwickelt. Die meist Chlorophyll führenden Parenchymscheiden werden von Bastelementen durchbrochen, in einigen Fällen kommen aber auch geschlossene Scheiden vor. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen stark verdickte Innenwände. Die Epidermiszellen weisen meist gewellte Radialwände auf.

A. Blätter mit flachen oder schwach welligen Oberflächen. Rechts und links von der Mittelrippe findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen, der übrigen Lamina fehlen die Gelenkzellen.

1. Das Assimilationsgewebe ist deutlich in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt . . . . . Atropis maritima Gris.

2. Das Assimilationsgewebe ist nicht deutlich in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Nur ein Teil der Mestombündel steht mit mechanischen Elementen in Verbindung. Die gut ausgeprägten Parenchymscheiden sind farblos . . . . . Atropis convoluta Gris.

B. Blätter mit stark rinnig vertiefter Oberseite. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen.

3. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, desgleichen findet sich je ein Mestombündel unter jeder Gelenkzellengruppe . . . . . Atropis Borreri Richt.

4. Jedes Prisma wird von einem Mestombündel durchzogen, unterhalb der Gelenkzellen sind keine Mestombündel vorhanden . . . . . Atropis distans Gris.

VIII. Catapodium.

Wiesengras mit stark rinnig vertiefter Blattoberseite. Die Gelenkzellen sind von nur mäßiger Größe. Die mechanischen Elemente sind sehr gering entwickelt. Die Mittelrippe ist fast garnicht ausgeprägt. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom des primären Bündels findet sich eine Gruppe kleiner, dickwandiger Zellen. Nur das primäre Bündel der Mittelrippe besitzt eine deutlich ausgeprägte Mestomscheide. Die stets geschlossenen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. In der Lamina fehlen unterhalb des Mestombündels die mechanischen Elemente. Die Epidermiszellen der Oberseite sind großlumig und dünnwandig, die der Unterseite großlumig und sehr dickwandig . . . . . Catapodium loliaceum Link.

IX. Scleropoa.

Wiesengras mit ebenfalls stark rinnig vertiefter Blattoberseite. Die Gelenkzellen sind fast garnicht ausgeprägt. Die mechanischen Elemente sind nur gering entwickelt. Es sind jedoch sowohl oberhalb als auch unterhalb der Mestombündel der Lamina Bastgurtungen vorhanden. Die Mittelrippe tritt fast garnicht hervor. Auf der Grenze von Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel findet sich eine Gruppe dickwandiger Zellen. Sämtliche Mestombündel sind von einer deutlich ausgeprägten Mestomscheide umschlossen. Die geschlossenen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Die Epidermiszellen beider Blattseiten sind großlumig und dünnwandig . . Scleropoa rigida.

Aus der vorstehenden Tabelle ist ersichtlich, daß die genannten Gattungen voneinander anatomisch gut zu trennen sind. Ebenso weisen die einzelnen Arten einer Gattung in der anatomischen Struktur der Blattorgane ziemlich bedeutende Unterschiede auf. Besonders hervorheben möchte ich, daß die Gattungen Glyceria und Atropis, die auf Grund der morphologischen Merkmale der Blüte und Frucht schwer zu trennen sind — daher vielfach auch zu einer Gattung (Glyceria) zusammengezogen werden — histologisch leicht zu unterscheiden sind.[1] Weit schwieriger ist es dagegen, die Gattung Atropis (besonders Gruppe A derselben) von der auch morphologisch sehr ähnlichen Gattung Festuca[2] zu unterscheiden. Ob die Zusammenziehung beider Gattungen zu einer (Festuca)[3] berechtigt ist, kann ich auf Grund meiner Untersuchungen nicht entscheiden. Die Gattungen Catapodium und Scleropoa, die morphologisch der Gattung Festuca sehr nahe stehen,[4] sind anatomisch durch die geringe Entwicklung der mechanischen Elemente und die gleichzeitige stark rinnige Vertiefung der Blattoberseite einerseits, durch die Großlumigkeit der

[1] cf. pag. 90 u. 91. [2] Über Festuca cf. Hackel, Monographia Festucarum, Kassel 1882.
[3] Ascherson und Graebner, Synopsis II pag. 454 etc.
[4] cf. Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien II. Teil, 2. Abteilung.

Epidermiszellen andrerseits von Festuca verschieden. Untereinander weisen die beiden in Rede stehenden Gattungen histologisch nur geringe Differenzen auf, während sie morphologisch leicht voneinander zu trennen sind.

II. Brachypodiaceae.

I. Bromus.

Sämtliche von mir untersuchten Arten der genannten Gattung gehören zur Klasse 1 Abteilung 6 der Wiesengräser. Die Mittelrippe der schmalen, weichen, sehr leicht welkenden Blätter tritt nur wenig hervor, ist jedoch deutlich ausgeprägt. Die Lamina ist flach oder schwach wellig, selten schwach rinnig vertieft. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, welche oft von bedeutender Größe sind. Die übrigen Epidermiszellen sind ebenfalls meist großlumig. Das Assimilationsgewebe überwiegt das nur mäßig entwickelte mechanische Gewebe. Die chlorophyllgrünen Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 1—3. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind meist durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Das Chlorophyllparenchym läßt eine deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym meist nicht erkennen. Das mechanische Gewebe ist in Form I-förmiger Träger entwickelt, deren Füllung meist nur durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird. Die Epidermis zeigt häufig reichliche Trichombildung.

1. Bromus purgans L.

Fundort: Aus dem botanischen Garten zu Berlin.

Querschnitt: Die Mittelrippe des Blattes tritt ziemlich stark über das Niveau der Unterseite hervor. Die Lamina ist schwach gewellt. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die im ganzen Umkreise aus gleichen Zellen gebildeten Mestomscheiden sind stets vollkommen geschlossen. Die Innen- und Außenwände der Scheidenzellen sind von annähernd gleicher Stärke. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden werden beiderseits von Bastgurtungen durchbrochen. Das mechanische Gewebe ist ziemlich stark entwickelt. Das Assimilationsgewebe läßt eine deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym nicht erkennen. Die Epidermiszellen sind, mit Ausnahme der über Bast befindlichen, relativ großlumig, dagegen sind die Gelenkzellen von nur mäßiger Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen aus Reihen, in denen rechteckige Langzellen mit kürzeren ebenfalls rechteckigen Zellen abwechseln. Die Radialwände sind gerade.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln zwei Arten von Reihen ziemlich regelmäßig ab:

1. Reihen, die nur aus sechseckigen Langzellen bestehen, deren Wände gerade erscheinen;
2. Reihen, in denen Langzellen und Stomata sehr regelmäßig alternieren.

3. Gelenkzellstreifen: Cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen, abgesehen von dem Auftreten ziemlich starker Randstachelhaare, denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast der Unterseite bestehen vorwiegend aus starken Baststachelhaaren, doch findet sich hin und wieder auch eine rechteckige Langzelle.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus rechteckigen Langzellen — die vielmals länger sind als die der Oberseite — deren Wände gerade sind. Doch findet sich in jedem Streifen eine (oder mehrere) Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig alternieren.

3. Randstreifen: Die Randstreifen bestehen vorwiegend aus ziemlich stark entwickelten Stachelhaaren.

2. *Bromus inermis* L.

Fundort: Mainufer bei Frankfurt (Kneucker Nr. 161).

Querschnitt: Die Mittelrippe des Blattes tritt ziemlich stark hervor. Die Lamina ist schwach gewellt. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen zum Teil sehr stark verdickte Innenwände, die obersten Scheidenzellen jedoch besitzen allseitig gleich stark verdickte Wände. Die teils durchbrochenen, teils geschlossenen (siehe später) chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das mechanische Gewebe ist ziemlich stark entwickelt. Das Assimilationsgewebe besteht aus relativ kleinen isodiametrischen Zellen. Eine deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen. Die Anordnung der Mestombündel und des mechanischen Gewebes ist sehr charakteristisch. Es wechseln in der Lamina stärkere und schwächere Mestombündel sehr regelmäßig ab. Während nun die stärkeren Bündel unmittelbar mit den Bastgurtungen zu I-förmigen Trägern verbunden sind, stehen die schwächeren Bündel meist gar nicht oder (in seltenen Fällen) durch Vermittlung von Chlorophyllparenchym mit den hier nur spärlich entwickelten Bastelementen in Verbindung. Die Gelenkzellen sind nur von mäßiger Größe, dagegen sind die übrigen Epidermiszellen, mit Ausnahme der über Bast befindlichen, von recht ansehnlicher Größe. Sämtliche Epidermiszellen aber zeichnen sich durch ihre relativ große Dünnwandigkeit aus.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit quadratischen oder rundlichen Kurzzellen regelmäßig ab. Die Radialwände der Zellen sind schwach wellig und getüpfelt.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus sechseckigen Langzellen, deren Radialwände gerade und nicht getüpfelt sind, doch findet sich in jedem Streifen neben jeder Gelenkzellengruppe je eine Reihe, in der kürzere Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast wesentlich nur durch das Auftreten einer Reihe von Randstachelhaaren am äußersten Blattrande.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit schwach welligen, getüpfelten Wänden und Baststachelhaare miteinander ab. Hin und wieder tritt an die Stelle eines Stachelhaares eine Kurzzelle von rundlicher Gestalt.

2. Streifen über Parenchym: Abgesehen von dem Auftreten einer größeren Zahl Spaltöffnungen führender Reihen, zeigen die Streifen über Parenchym der Unterseite denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

3. Randstreifen: cf. Epidermis der Oberseite.

3. *Bromus ciliatus* Torrey (Taf. XVI, Fig. 118).

Fundort: Pennsylvanien.

Querschnitt: Die Mittelrippe der dünnen, sehr leicht welkenden Blätter tritt nur wenig hervor. Die Lamina erscheint schwach wellig. Das Hadrom und Leptom der primären Bündel trennendes Band besteht aus nur mäßig verdickten Zellen. Die Mestomscheiden (Fig. 118 msch) bestehen im ganzen Umkreise aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände meist stärker verdickt sind als die Außenwände. Die nur wenig ausgeprägten Parenchymscheiden sind arm an Chlorophyll, zuweilen sogar fast farblos. Die mechanischen Elemente (Fig. 118 mg) sind in Form von I-förmigen Trägern angeordnet, deren Füllung nur durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird. Das Assimilationsgewebe läßt eine schwache Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym erkennen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Zellen des Chlorophyllparenchyms sehr stark in der Querrichtung des Blattes gestreckt. Die Gelenkzellen (Fig. 118 gl), welche neben der Mittelrippe von nur sehr geringer, im mittleren Teile der Lamina dagegen von recht bedeutender Größe sind, zeigen häufig eine starke Hervorwölbung über das Niveau der übrigen Epidermis. Die übrigen Epidermiszellen sind von gewöhnlicher Größe.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit getüpfelten Wänden und Baststachelhaare sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen von rechteckiger bis sechseckiger Gestalt mit Parenchymstachelhaaren abwechseln, doch findet sich in jedem Streifen meist eine (selten mehrere) Reihe, in der Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast durch das Auftreten von Randstachelhaaren und das gelegentliche Vorkommen von Borstenhaaren.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Abgesehen von dem Vorkommen der Gelenkzellen, die den pag. 7 geschilderten Bau zeigen, und dem häufigeren Auftreten Spaltöffnungen führender Reihen, zeigt die Epidermis der Oberseite im wesentlichen denselben Bau wie die der Unterseite.

4. Bromus laxus Hornem.

Fundort: Aus dem botanischen Garten zu Berlin.

Querschnitt: Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor. Die Lamina erscheint stark wellig. Hadrom und Leptom sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die seitlichen Zellen der Mestomscheiden besitzen meist sehr stark verdickte Innenwände, während die den Bastgurtungen angrenzenden Scheidenzellen allseitig gleich stark verdickte Wände besitzen. Das mechanische Gewebe ist in Gestalt I-förmiger Träger entwickelt, deren Gurtungsverband meist nur von den Mestombündeln und deren Scheiden hergestellt wird, doch ist bei schwächeren Bündeln häufig auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus locker verbundenen, meist in der Querrichtung des Blattes gestreckten Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen. Die Gelenkzellen sind meist von nur geringer Größe, dagegen sind die übrigen Zellen der Epidermis relativ großlumig. Die Außenwände sämtlicher Epidermiszellen sind ziemlich stark verdickt.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit Baststachelhaaren und Weichhaaren unregelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Rechts und links von jeder Gelenkzellengruppe findet sich eine Reihe, in der Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren. In den mittleren Reihen dagegen wechseln Langzellen mit Parenchymstachelhaaren und Weichhaaren unregelmäßig ab.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen der Randstachelhaare.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit getüpfelten Radialwänden und quadratische Kurzzellen miteinander ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym zeigen, abgesehen von der größeren Zahl Spaltöffnungen führender Reihen, denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen von Randstachelhaaren und Weichhaaren am äußersten Blattrande.

5. Bromus tectorum L.

Fundort: Jena an der Chaussee.

Querschnitt: Die Mittelrippe des sehr stark behaarten Blattes tritt deutlich hervor. Die Lamina ist sehr stark gewellt. Hadrom und Leptom der Mestombündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innenwände weit stärker sind als die Außenwände. Das mechanische Gewebe ist nur schwach entwickelt. Es ist in Gestalt von I-förmigen Trägern angeordnet, deren Füllung bei den, in nur geringer Zahl vorhandenen, primären Bündeln durch diese und deren Scheiden allein hergestellt wird, während bei den schwächeren Bündeln auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt ist. Vielfach fehlen sogar in der Region der schwächeren Bündel spezifisch mechanische Elemente gänzlich. Die Randgurtungen sind ebenfalls nur schwach entwickelt. Das Assimilationsgewebe läßt eine, wenn auch nur schwache Sonderung

in Pallisaden und Schwammparenchym erkennen. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe; dagegen sind die übrigen Epidermiszellen relativ großlumig.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus 1. Langzellen mit getüpfelten Radialwänden; 2. Borstenhaare (bzw. Weichhaare); 3. rundlichen oder elliptischen, oft auch nierenförmigen Kurzzellen. Die Anordnung dieser verschiedenen Zellformen ist ziemlich unregelmäßig.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym können wir drei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, die nur von sechseckigen Langzellen gebildet werden, deren Radialwände glatt sind;
2. Reihen, in denen Langzellen von dem eben beschriebenen Aussehen mit Weichhaaren abwechseln;
3. Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren.

Die Zahl und Anordnung der genannten Reihen ist in den einzelnen Streifen verschieden, doch sind reine Langzellreihen meist nur in sehr geringer Zahl vorhanden.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen der Randstachelhaare.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt, abgesehen von dem Fehen der Gelenkzellen und der größeren Zahl Spaltöffnungen führender Reihen denselben Bau wie die der Oberseite.

6. Bromus maximus Desv.

Fundort: England Jersey.

Querschnitt: Die Mittelrippe der stark wellig erscheinenden Blätter tritt relativ stark über das Niveau der unteren Blattfläche hervor. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innenwände nur wenig stärker sind als die Außenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus relativ großen isodiametrischen Zellen. Eine deutliche Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen. Das ziemlich stark entwickelte mechanische Gewebe ist in Gestalt I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung durch die Mestombündel und deren Scheiden gebildet wird; das Chlorophyllparenchym ist nur selten an der Trägerbildung beteiligt. Die Gelenkzellen sind kaum größer als die übrigen Epidermiszellen, unterscheiden sich jedoch von ihnen durch die Zartheit ihrer Radialwände. Die übrigen Epidermiszellen sind auf der Oberseite kleiner und weniger in radialer Richtung (senkrecht zur Blattoberfläche) gestreckt als auf der Unterseite. Die Außenwände sämtlicher Epidermiszellen sind ziemlich stark entwickelt.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit langen, sehr zarten Haaren, deren Basis rundlich ist, sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus rechteckigen bis sechseckigen Langzellen, doch findet sich am Rande eines jeden Streifens (rechts und links von jeder Gelenkzellengruppe) je eine Reihe, in der kürzere Langzellen und Stomata abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Hinzutreten der Randstachelhaare.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit Baststachelhaaren ziemlich regelmäßig ab; doch tritt hin und wieder ein Weichhaar an die Stelle eines Stachelhaares.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus sechseckigen Langzellen mit glatten Wänden. Hin und wieder findet sich zwischen den Langzellen ein Weichhaar. Außer

diesen Reihen enthält jeder Streifen noch einige wenige (meist 2—3) Reihen, in denen kürzere Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren.

3. Randstreifen: Die Randstreifen stimmen abgesehen von dem Vorkommen der Randstachelhaare, mit den Streifen über Bast im wesentlichen überein.

7. *Bromus secalinus* L.

Fundort: Belgien.

Querschnitt: Die Mittelrippe der schwach welligen Blätter tritt nur wenig hervor. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innen- und Außenwände gleiche Dicke besitzen. Die nur wenig Chlorophyll führenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das mechanische Gewebe, welches ziemlich stark entwickelt ist, ist in Gestalt I-förmiger Träger ausgebildet, deren Füllung durch die Mestombündel und deren Scheiden hergestellt wird. Es sind jedoch nicht alle Gefäßbündel mit mechanischen Elementen in Zusammenhang, vielmehr wechseln mit mechanischen Elementen verbundene Bündel mit solchen, die frei von mechanischen Elementen sind, regelmäßig ab. Eine ähnliche Anordnung der Mestombündel und des mechanischen Gewebes haben wir bereits bei B. inermis kennen gelernt; während jedoch dort das der Mittelrippe zunächst liegende Bündel mit mechanischen Elementen in Verbindung steht, ist das hier nicht der Fall. Das Assimilationsgewebe besteht aus relativ großen isodiametrischen Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Gelenkzellen besitzen nur mäßige Größe, besonders klein sind die der Mittelrippe benachbarten Zellen. Die übrigen Epidermiszellen besitzen die gewöhnliche Größe, die über Bast befindlichen sind jedoch wie bei den meisten Arten der in Rede stehenden Gattung kleiner und dickwandiger.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige Langzellen mit Baststachelhaaren ziemlich regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Langzellen mit geraden Wänden. Hin und wieder tritt zwischen den Langzellen ein langes Weichhaar auf. Außer den Langzellreihen findet sich am Rande eines jeden Streifens je eine Reihe, in der Langzellen und Stomata abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen sind nur durch die Randstachelhaare von den Streifen über Bast verschieden.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: wenn man von dem Fehlen der Gelenkzellen absieht, zeigt die Epidermis der Unterseite im wesentlichen denselben Bau wie die der Oberseite.

8. *Bromus relutinus* L. (Taf. XVI, Fig. 116 u. 117).

Fundort: Fontainebleau.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich B. relutinus der soeben besprochenen Art an; im einzelnen sind jedoch nicht unerhebliche Unterschiede vorhanden, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Das aus großen Zellen bestehende Assimilationsgewebe (Fig. 116 u. 117 chp) zeigt eine deutliche Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Ersteres besteht aus radial gestreckten lückenlos verbundenen Zellen. Es zieht sich an der Epidermis beider Blattseiten in einer einschichtigen Lage hin; letzteres dagegen besteht aus polygonalen zur Abrundung neigenden Zellen, die oft etwas in der Querrichtung des Blattes gestreckt erscheinen. Die Gelenkzellen (Fig. 117 gl) sind größer als bei B. secalinus, ebenso sind auch die übrigen Epidermiszellen relativ großlumig.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus 1. Borstenhaaren, 2. Langzellen mit getüpfelten Wänden, 3. rundlichen bis elliptischen, oft nierenförmigen Kurzzellen. Die Anordnung dieser Zellformen ist ziemlich regelmäßig (1, 2, 3 etc.). Häufig sind jedoch die Kurzzellen völlig unterdrückt.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus zwei Arten von Reihen:

1. Reihen, in denen Langzellen mit glatten Wänden und Weichhaare (bzw. Borstenhaare) abwechseln.

2. Reihen, in denen sechseckige kurze Langzellen mit Spaltöffnungen wechseln.

Die Zahl der letztgenannten Reihen ist nur gering.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich nur durch das Auftreten von Randstachelhaaren von den Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus rechteckigen oder sechseckigen Langzellen, zwischen denen sich nur ab und zu ein Borstenhaar vorfindet. Ferner tritt in jedem Streifen über Bast je eine Reihe auf, in der Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

9. Bromus pendulinus L.

Fundort: Aus dem botanischen Garten zu Königsberg i. Pr.

Querschnitt: Die Mittelrippe der stark wellig erscheinenden Blätter tritt deutlich hervor. Hadrom und Leptom der primären Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innen- und Außenwände annähernd von gleicher Stärke sind. Die chlorophyllführenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe läßt eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym nicht erkennen. Das mechanische Gewebe ist in Form I-förmiger Träger entwickelt, deren Gurtungsverband in der Regel nur durch die Mestombündel und deren Scheiden hergestellt wird. Besonders stark entwickelt ist die untere Gurtung der Mittelrippe, die auf dem Querschnitt betrachtet, etwa halbkreisförmig erscheint. Die Gelenkzellen sind von nur mäßiger Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast wechseln reine Langzellreihen mit Reihen ab, in denen elliptische Kurzzellen, die zuweilen zu Stachelhaaren ausgewachsen sind, mit Langzellen alternieren.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus sechseckigen Langzellen, deren Wände gerade und ungetüpfelt sind, doch findet sich in jedem Streifen eine Reihe, in der kurze Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren. Dieselbe befindet sich stets in unmittelbarer Nähe der Gelenkzellen.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen denselben Bau wie bei den vorhergehenden Arten.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite zeigt, abgesehen von dem Fehlen der Gelenkzellen, denselben Bau wie die der Oberseite.

10. Bromus mollis L.

Fundort: Baden (Kneucker Nr. 163).

Querschnitt: Die Mittelrippe tritt ziemlich stark über das Niveau beider Blattseiten hervor. Die Lamina ist stark gewellt. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände weit stärker verdickt sind als die Außenwände.[1] Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das ziemlich stark entwickelte mechanische Gewebe ist in Form I-förmiger Träger angeordnet, deren Füllung in der Region der stärkeren Bündel nur durch diese und deren Scheiden hergestellt wird, während in der Region der schwächeren Bündel auch das Chlorophyllparenchym

[1] Die schwächeren Mestombündel besitzen zuweilen unvollkommene nur das Leptom umschließende Scheiden (cf. XII p. 418).

an der Trägerbildung beteiligt ist. Zuweilen stehen sogar die schwächeren Bündel gar nicht mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe besteht aus tangential gestreckten, flachen Zellen; eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Gelenkzellen sind von nur geringer Größe.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Oberseite zeigt denselben Bau wie bei B. maximus (cf. pag. 96).

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast bestehen nur aus Langzellen mit geraden Wänden.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym lassen sich drei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, die nur aus sechseckigen Langzellen, deren Wände gerade und ungetüpfelt sind, gebildet werden.
2. Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig abwechseln.
3. Reihen, in denen Langzellen mit Weichhaaren (bzw. Borstenhaaren) wechseln.

Die letztgenannten Reihen sind die zahlreichsten.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast lediglich durch das Auftreten von Randstachelhaaren.

11. Bromus arvensis L.

Fundort: Neuhäuser bei Pillau.

Querschnitt: Die Mittelrippe der schwach wellig erscheinenden Blätter tritt nach beiden Seiten deutlich über das Niveau der übrigen Blattfläche hervor. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein einschichtiges Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände stets stärker verdickt sind als die Außenwände. Die mechanischen Elemente sind nur gering entwickelt. Die Füllung der I-förmigen Träger wird in der Region der stärkeren Bündel nur durch diese und deren Scheiden hergestellt, während in der Region der schwächeren Bündel die mit den stärkeren Bündeln abwechseln — (das der Mittelrippe zunächst liegende ist tertiär) das Chlorophyllparenchym sehr stark an der Trägerbildung beteiligt ist. Zuweilen fehlen sogar in der Region der schwächeren Bündel die spezifisch mechanischen Elemente gänzlich. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind fast gar nicht ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus polygonalen, häufig tangential gestreckten Zellen. Eine deutliche Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht zu erkennen. Die Epidermiszellen sind durchweg großlumig. Die Gelenkzellen sind nur wenig größer als die übrigen Zellen der Epidermis.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen von rechteckiger Gestalt mit rundlichen oder quadratischen, zuweilen auch rechteckigen Kurzzellen sehr regelmäßig ab. Ein größerer Teil dieser Kurzzellen ist zu Borstenhaaren, ein geringerer zu außerordentlich langen Weichhaaren ausgewachsen. Die Radialwände der Zellen sind sehr stark getüpfelt.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym kann man zwei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, die nur von rechteckigen oder sechseckigen Langzellen gebildet werden;
2. Reihen, in denen kürzere Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln.

Die letztgenannten Reihen befinden sich stets in unmittelbarer Nähe der Gelenkzellen.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen besitzen langgestreckte, annähernd sechseckige Gestalt. Sie sind jedoch stets kürzer als die Langzellen der erstgenannten Reihen über Parenchym. Ihre Radialwände zeichnen sich durch große Zartheit aus.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Vorkommen der Randstachelhaare.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen der Unterseite über Bast zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym der Unterseite zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen bei B. mollis, doch sind hier die Haare länger und mehr oder weniger gerade.

12. Bromus lanceolatus Roth = *B. macrostachys* Dsf.

Fundort: Aus dem botanischen Garten zu Königsberg i. Pr.

Querschnitt: Die deutlich ausgeprägte Mittelrippe tritt nur wenig über das Niveau der unteren Blattfläche hervor. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Zellen getrennt. Es wechseln stärkere mit schwächeren Bündeln sehr regelmäßig ab. An der Trägerbildung ist in der Region der schwächeren Bündel außer diesen auch das Chlorophyllparenchym beteiligt. Die mechanischen Elemente sind nur gering entwickelt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände kaum stärker sind als die Außenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe ist nicht deutlich in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Die Gelenkzellen sind von nur geringer Größe. Die übrigen Epidermiszellen sind relativ großlumig.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen, deren Radialwände gewellt und getüpfelt erscheinen, mit Baststachelhaaren regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus zwei Arten von Reihen:

1. Reihen, die nur von rechteckigen Langzellen, deren Radialwände schwach gewellt und getüpfelt sind, gebildet werden;
2. Reihen, in denen Langzellen und Stomata alternieren.

Die letztgenannten Reihen sind in jedem Streifen in nur sehr geringer Zahl vorhanden.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen sind von langgestreckter Gestalt. Im übrigen zeigen sie den pag. 7 beschriebenen Bau.

4. Randstreifen: Die Randstreifen sind nur durch die Randstachelhaare von den Streifen über Bast verschieden.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige oder sechseckige Langzellen, deren Radialwände gewellt und getüpfelt sind, mit rundlichen Kurzzellen, deren Wände eine noch stärkere Wellung zeigen, sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym können wir drei Arten von Reihen unterscheiden, die unregelmäßig miteinander abwechseln:

1. Reine Reihen von sechseckigen Langzellen;
2. Reihen, in denen Langzellen und Spaltöffnungen regelmäßig wechseln;
3. Reihen, in denen Langzellen mit rechteckigen oder elliptischen Kurzzellen, die stets breiter als lang sind, alternieren.

3. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich durch die Randstachelhaare von den Streifen über Bast.

II. Boissiera.

Boissiera bromoides Hochst. (Taf. XVI, Fig. 112).

Fundort: Persien.

Gesamtform: Boissiera bromoides gehört ebenfalls der ersten Klasse, Abteilung b, der Wiesengräser an. Die Blätter besitzen eine schwach wellige Oberfläche. Zwischen je zwei Mestombündeln findet sich auf der Oberseite eine Gruppe von Gelenkzellen, die nur mäßige Größe besitzen. Die Mittelrippe des Blattes tritt nur wenig hervor. Die Epidermis beider Blattseiten ist stark filzig behaart.

Mestombündel: Es wechseln je zwei schwächere Bündel mit je einem primären Bündel regelmäßig ab. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

Mestomscheide (Fig. 112 msch): Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände meist bedeutend stärker verdickt sind als die Außenwände.

Parenchymscheide: Eine eigentliche Parenchymscheide fehlt.

Assimilationsgewebe (chp): Das Assimilationsgewebe besteht aus großen sehr locker verbundenen sternartigen Zellen. Die Interzellularen sind von recht bedeutender Größe. Die Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist deutlich ausgeprägt (cf. Fig. 112).

Mechanisches Gewebe (mg): Die mechanischen Elemente sind nur mäßig entwickelt. Sie sind in Form oberer und unterer Gurtungen entwickelt, deren Verbindung durch die Mestombündel hergestellt wird. Häufig ist jedoch auch das Assimilationsgewebe, wenn auch in untergeordnetem Maße, an der Trägerbildung beteiligt.

Epidermis im Querschnitt: Sämtliche Epidermiszellen erscheinen im Querschnitt relativ großlumig und dünnwandig.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln rechteckige oder sechseckige Langzellen, deren Wände gerade und ungetüpfelt sind, mit Borstenhaaren (Weichhaaren) sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym treten vorwiegend Reihen auf, in denen sechseckige Langzellen mit Weichhaaren abwechseln, doch finden sich in jedem Streifen mehrere Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen zeigen den pag. 7 beschriebenen Bau.

4. Randstreifen: Die Randstreifen weisen, außer den Borstenhaaren, noch Randstachelhaare auf. Im übrigen besitzen sie denselben Bau wie die Streifen über Bast.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Wenn man von dem Fehlen der Gelenkzellen und der geringeren Zahl von Spaltöffnungen auf der Epidermis der Unterseite absieht, zeigt dieselbe einen ganz ähnlichen Bau wie die Epidermis der Oberseite.

Die Außenwände der Langzellen beider Blattseiten sind häufig blasig nach außen vorgewölbt.

III. Brachypodium.

Die untersuchten Arten der Gattung Brachypodium gehören teils der ersten Klasse, Abteilung b, der Wiesengräser, teils der zweiten Klasse der Steppengräser an.

Ich beginne mit der Beschreibung der zu den Wiesengräsern gehörenden Arten:

Die Oberfläche der dünnen, weichen, sehr leicht welkenden Blätter ist flach oder nur schwach wellig. Die Mittelrippe tritt nur wenig hervor, ist jedoch stets deutlich ausgeprägt. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, die nur wenig größer sind als die übrigen Epidermiszellen. Das Wassergewebe fehlt gänzlich, desgleichen fehlt das farblose Parenchym. Das mechanische Gewebe, das in Form I-förmiger Träger angeordnet ist, ist nur schwach entwickelt. Das Chlorophyllparenchym ist stets reichlich vorhanden. Es besteht aus polygonalen, in der Querrichtung des Blattes gestreckten Zellen. Eine Sonderung in Pallisadengewebe und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Bündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind stets durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise des Bündels aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände ebenso stark, oder nur wenig stärker verdickt sind als die Außenwände. Die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind fast gar nicht ausgeprägt.

1. Brachypodium pinnatum P. B.

Fundort: Lahntal.

Querschnitt: Dem soeben Gesagten ist hier nur weniges hinzuzufügen. Die Mittelrippe des Blattes tritt deutlich über das Niveau der unteren Blattfläche hervor. In der Region der schwächeren Bündel ist häufig das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Die Gelenkzellen besitzen ziemlich ansehnliche Größe. Die übrigen Epidermiszellen sind ebenfalls relativ großlumig.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Reihen über Bast bestehen aus 1. rechteckigen Langzellen, 2. Baststachelhaaren, an deren Stelle häufig auch Borstenhaare treten, 3. rundlichen oder quadratischen Kieselzellen, die stets mit einer schmalen rechteckigen oder elliptischen, häufig auch sichelförmigen Korkkurzzelle gepaart sind. Die Anordnung der genannten Zellformen wechselt (1, 2, 1, 3, 1, 2, 1, 3 etc. oder 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 3, 1, 2, 1, 3 etc.).

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen aus Reihen, in denen Langzellen mit geraden, spärlich getüpfelten Wänden und Parenchymstachelhaare abwechseln, doch tritt an die Stelle eines Stachelhaares zuweilen eine rundliche Kieselzelle, die dann meist von einer schmalen Korkzelle begleitet wird. Spaltöffnungen fehlen in der Regel.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Streifen über Bast kann man zwei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reine Reihen von Langzellen, deren Wände nicht oder nur spärlich getüpfelt sind. Die Querwände sind oft schief gestellt.
2. Reihen, in denen Langzellen mit Kieselzellen, denen sich meist je eine Korkzelle anschließt, oder mit Borstenhaaren abwechseln. Die Kieselzellen sind entweder Sattel oder- Hantelzellen, selten sind sie von rundlicher Gestalt.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln kürzere Langzellen mit Spaltöffnungen sehr regelmäßig ab.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen zeigen den pag. 7 beschriebenen Bau.

Am Blattrande endlich treten neben den Randstachelhaaren noch Borstenhaare auf.

2. *Brachypodium sylvaticum* Roemer u. Schult (Taf. XVI, Fig. 113).

Fundort: Berlin, Tiergarten.

Querschnitt: Die untere Gurtung der Mittelrippe ist ziemlich stark entwickelt. Die Epidermiszellen der Unterseite zeigen an den Flanken der Mittelrippe auf dem Querschnitt gelenkzellenartigen Bau.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen, deren Radialwände schwach wellig und getüpfelt sind, mit Baststachelhaaren oder Borstenhaaren oder endlich rundlichen Kurzzellen ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym kann man zwei Arten von Reihen unterscheiden, die jedoch durch Übergänge miteinander verknüpft sind.

1. Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen abwechseln. Sie finden sich vorwiegend in der Nähe der Gelenkzellen.
2. Reihen, in denen Langzellen mit Parenchymstachelhaaren oder Borstenhaaren abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: Die Gelenkzellen erscheinen von der Fläche betrachtet von langgestreckter Gestalt. Sie unterscheiden sich jedoch von gewöhnlichen Langzellen durch die Zartheit ihrer Radialwände und die Hervorwölbung ihrer Außenwände.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln Langzellen mit Parenchymstachelhaaren regelmäßig ab. Hin und wieder findet sich eine Reihe, die nur von Langzellen gebildet wird.

Am Blattrande finden sich Randstachelhaare von gewöhnlichem Bau.

Ich wende mich jetzt zur Besprechung der zur zweiten Klasse der Steppengräser gehörenden Arten.

Die Blattoberfläche ist sehr stark rinnig vertieft. Am Grunde jeder Rinne findet sich eine Gruppe von Gelenkzellen. Die Mittelrippe tritt gar nicht hervor.

Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 2. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind stets durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die reichlich vorhandenen mechanischen Elemente sind zuweilen relativ dünnwandig. Sie sind mit den Mestombündeln und deren Scheiden zu I-förmigen Trägern verbunden. Das Chlorophyllparenchym ist an der Trägerbildung in

der Regel nicht beteiligt. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innenwände kaum stärker verdickt sind als die Außenwände. Die Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Das Assimilationsgewebe besteht aus kleinen polygonalen Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden und Schwammparenchym ist nicht eingetreten. Die Gelenkzellen besitzen meist ziemlich bedeutende Größe. Die Oberseite des Blattes ist meist stark behaart.

3. Brachypodium mucronatum Wilk.

Fundort: Eiras bei Coimbra, Portugal (Kneucker Nr. 298).

Querschnitt: Dem oben Gesagten ist hier noch Folgendes hinzuzufügen:

Die mechanischen Elemente sind relativ dünnwandig; dasselbe gilt auch für die Zellen der Mestomscheiden. Die nur wenig ausgeprägten, aus kleinen Zellen bestehenden Parenchymscheiden sind farblos. Besonders charakteristisch ist die Entwicklung des mechanischen Gewebes. Dasselbe ist in Gestalt I-förmiger Träger angeordnet, die durch ein einschichtiges Bastband, das sich an der Epidermis der Unterseite hinzieht, in Verbindung stehen. Die oberen Gurtungen dieser Träger sind am Prismenscheitel ebenfalls in ein Band erweitert. Die Füllung der Träger wird in der Regel nur durch die Mestombündel und deren Scheiden hergestellt. Die Zellen der Epidermis der Oberseite sind dünnwandiger als die Epidermiszellen der Unterseite.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: Die Epidermis der Unterseite besteht aus gleichartigen Reihen, die von 1. Langzellen mit gewellten und getüpfelten Radialwänden, 2. sattelförmigen bis rundlichen Kieselzellen, 3. elliptischen bis rechteckigen Korkkurzzellen gebildet werden. Die Anordnung dieser Zellformen ist ziemlich regelmäßig (1, 2, 3, 1, 2, 3 etc.). Über Bast treten zuweilen Baststachelhaare an die Stelle der Kieselkurzzellen. Die Spaltöffnungen fehlen auf der Unterseite meist gänzlich.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen der Oberseite über Bast zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen der Unterseite, doch treten sehr häufig an Stelle der Kieselzellen Borstenhaare, seltener Stachelhaare auf.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen und Weichhaaren (bzw. Borstenhaaren) unregelmäßig ab.

3. Gelenkzellen: cf. pag. 7.

Am Rande finden sich Randstachelhaare und Borstenhaare.

4. Brachypodium phoenicoides Roem. et. Schult.

Fundort: Toulon.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich B. phoenicoides der soeben besprochenen Art an, die Anordnung und Ausbildung des mechanischen Systems zeigt jedoch einige Unterschiede. Die mechanischen Elemente sind in Gestalt oberer und unterer Gurtungen entwickelt, deren Verbindung zu I-förmigen Trägern durch die Mestombündel und deren Scheiden vermittelt wird. Häufig ist auch das Chlorophyllparenchym an der Trägerbildung beteiligt. Außer den mit Mestom verbundenen Gurtungen findet sich je eine im Querschnitt aus nur 2—3 Zellen bestehende Gurtung an der Unterseite gegenüber einer jeden Gelenkzellengruppe. Ein kontinuierliches Bastband fehlt. Die einzelnen Zellen des mechanischen Gewebes sind weit dickwandiger als bei B. mucronatom, ebenso zeichnen sich die Epidermiszellen (mit Ausnahme der Gelenkzellen) durch stark verdickte Wände aus.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen, deren Radialwände gewellt und getüpfelt erscheinen mit rundlichen Kieselzellen die meist mit je einer Korkkurzzelle von nierenförmiger oder elliptischer Gestalt gepaart sind, ab. Häufig tritt jedoch an die Stelle der Kieselzellen ein Baststachelhaar.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen über Parenchym wechseln Langzellen, deren Radialwände gewellt und getüpfelt sind, mit elliptischen oder sichelförmigen Kurzzellen ziemlich regelmäßig ab. Doch tritt hin und wieder ein Parenchymstachelhaar an die Stelle einer Kurzzelle. Sehr vereinzelt finden sich auch Spaltöffnungen, die auffallend breit erscheinen. Die Außenwände der Langzellen sind ebenfalls mit Poren versehen.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen der Oberseite über Bast wechseln Langzellen mit gewellten, getüpfelten Wänden und Baststachelhaare ziemlich regelmäßig ab. Kurzzellen treten in diesen Streifen nur selten auf, doch werden in der Nähe der Ränder eines jeden Streifens die Baststachelhaare häufig durch Weichhaare (bzw. Borstenhaare) vertreten.

2. Streifen über Parenchym: In den Streifen über Parenchym kann man zwei Arten von Reihen unterscheiden:

1. Reihen, in denen Langzellen, deren Radialwände schwach gewellt sind, mit Spaltöffnungen abwechseln.
2. Reihen, in denen Langzellen mit Weichhaaren (bzw. Borstenhaaren) alternieren.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

Am Blattrande finden sich sowohl Randstachelhaare als auch Borstenhaare.

5. Brachypodium ramosum (Taf. XVI, Fig. 114 u. 115).

Fundort: Bordighera in Ligurien.

Querschnitt: In der Gesamtform schließt sich B. ramosum der soeben beschriebenen Art eng an, ist jedoch von ihr zunächst durch die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden verschieden. Die Gelenkzellen sind von außerordentlicher Größe. Die übrigen Zellen der Epidermis der Oberseite zeichnen sich durch große Dünnwandigkeit aus. Die Epidermiszellen der Unterseite dagegen besitzen stark verdickte Außenwände. Die Randgurtungen sind mit der unteren Gurtung des ihnen benachbarten Trägers durch ein einschichtiges Bastband verbunden. Im übrigen ist das mechanische Gewebe in derselben Weise entwickelt wie bei B. phoenicoides.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen (Fig. 114): Die Epidermis der Unterseite wird durchweg aus gleichartigen Reihen gebildet, in denen wir folgende Zellformen unterscheiden:

1. Rechteckige Langzellen mit gewellten Wänden.
2. Nierenförmige Kurzzellen.
3. Stachelhaare (sehr vereinzelt findet sich an Stelle eines Stachelhaares eine rundliche Kurzzelle).

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen, deren Wände nur schwach gewellt sind, mit Borstenhaaren (bzw. Weichhaaren) sehr regelmäßig ab.

2. Streifen über Parenchym: In den Reihen überParenchym unterscheiden wir zwei Arten von Reihen:

1. Reihen, in denen kürzere Langzellen, deren Radialwände gerade sind, mit Spaltöffnungen alternieren.
2. Reihen, in denen Langzellen, die länger sind als die erstgenannten, im übrigen aber dasselbe Aussehen haben, mit Parenchymstachelhaaren oder Borstenhaaren (bzw. Weichhaaren) abwechseln.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: Die Randstreifen unterscheiden sich von den Streifen über Bast nur durch das Auftreten der Randstachelhaare.

IV. Trachynia.

Trachynia distachya Link.

Fundort: Oberitalien.

Querschnitt: Auf dem Querschnitt betrachtet, stimmt T. distachya mit B. pinnatum fast völlig überein, doch tritt die Mittelrippe des Blattes wenig hervor. Der Abstand zwischen je zwei aufeinander folgenden Mestombündeln ist geringer wie bei B. pinnatum.

Epidermis der Unterseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: In den Reihen über Bast wechseln Langzellen mit Baststachelhaaren ziemlich regelmäßig ab, doch treten hin und wieder Weichhaare (bzw. Borstenhaare) von recht bedeutender Länge an die Stelle der Stachelhaare.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym bestehen vorwiegend aus Reihen, in denen Langzellen, deren Wände gerade und nicht getüpfelt sind, mit Parenchymstachelhaaren abwechseln. Doch findet sich meist in jedem Streifen eine Reihe, in der Langzellen und Spaltöffnungen alternieren.

3. Randstreifen: Die Randstreifen zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Am äußersten Blattrande finden sich neben den Randstachelhaaren auch lange Weichhaare.

Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen: 1. Streifen über Bast: Die Streifen über Bast zeigen im wesentlichen denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Unterseite, doch ist die Zahl sehr langer Weichhaare eine weit größere.

2. Streifen über Parenchym: Die Streifen über Parenchym stimmen ebenfalls im wesentlichen mit den entsprechenden Streifen der Unterseite überein, doch überwiegt hier die Zahl Spaltöffnungen führender Reihen.

3. Gelenkzellenstreifen: cf. pag. 7.

4. Randstreifen: cf. Epidermis der Unterseite.

Tabellarische Übersicht der Brachypodiaceae.

I. Bromus.

Wiesengräser mit dünnen, weichen, leicht welkenden Blättern. Die Blattflächen sind flach oder schwach wellig. Die deutlich ausgeprägte Mittelrippe tritt meist nur wenig über das Niveau der übrigen Lamina hervor. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, die meist nur von geringer Größe sind. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt. Das reichlich vorhandene Assimilationsgewebe besteht aus vorwiegend in der Querrichtung des Blattes gestreckten Zellen. Eine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym ist meist nicht eingetreten. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 1. Hadrom und Leptom sind häufig durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die meist chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden sind nur wenig ausgeprägt. Wassergewebe und farbloses Parenchym fehlen. Die Epidermiszellen sind meist großlumig.

I. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

A. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus gleich großen Zellen, deren Innen- und Außenwände gleiche Dicke besitzen.

1. Das Assimilationsgewebe zeigt keine Sonderung in Pallisaden und Schwamm-Parenchym. Das mechanische Gewebe ist relativ stark entwickelt. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist nur gering. Parenchymscheiden sind chlorophyllhaltend . . . . . B. purgans L.

2. . . . . B. pendulinus L

3. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Das mechanische Gewebe ist relativ stark entwickelt. Es wechseln Mestombündel, die mit mechanischen Elementen in Verbindung stehen mit solchen, die nicht mit mechanischen Elementen verbunden sind ziemlich regelmäßig ab. Das der Mittelrippe zunächst liegende Bündel ist frei von mechanischen Elementen. Die Parenchymscheiden sind fast farblos. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist mäßig . . . . . B. secalinus L.

B. Die Mestomscheiden bestehen im ganzen Umkreise aus annähernd gleich großen Zellen, deren Innenwände weit stärker sind als die Außenwände.

4. Es wechseln mit mechanischen Elementen in Verbindung stehende Bündel mit solchen, die frei von mechanischen Elementen sind regelmäßig ab. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden und Schwammparenchym

gesondert. Die Parenchymscheiden sind chlorophyllgrün. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe . . . . . B. inermis L.

5. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe ist in Pallisaden und Schwammparenchym gesondert. Die Parenchymscheiden sind chlorophyllarm. Die Gelenkzellen besitzen zum Teil ansehnliche Größe . . . . . B. ciliatus Torrey.

6. Es steht nur ein Teil der Mestombündel mit mechanischen Elementen in Verbindung, doch ist die Anordnung derselben unregelmäßig. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Die Parenchymscheiden sind stark chlorophyllhaltend. Die Gelenkzellen besitzen nur mäßige Größe . . . . . B. arvensis L.

II. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind nicht durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt.

A. Die Zellen der Mestomscheiden besitzen annähernd gleich starke Innen- und Außenwände.

7. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist ziemlich stark . . . . . B. maximus L.

8. Es wechseln mit mechanischen Elementen in Verbindung stehende Bündel mit solchen, die frei von mechanischen Elementen sind, regelmäßig ab. Das der Mittelrippe benachbarte Bündel steht mit mechanischen Elementen in Verbindung (cf. B. secalinus L.). Das Assimilationsgewebe ist in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Die Gelenkzellen besitzen ziemlich beträchtliche Größe. Trichombildung relativ stark . . . . . B. relutinus L.

9. Sämtliche Mestombündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe zeigt keine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist nur gering . . . . . B. macrostachys Dsf.

B. Bei allen oder doch einem Teil der Zellen der Mestomscheiden sind die Innenwände stärker verdickt als die Außenwände.

10. Sämtliche Bündel stehen mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist reichlich . . . . . B. laxus Haenke.

11. Nur ein Teil der Mestombündel steht mit mechanischen Elementen in Verbindung. Das Assimilationsgewebe ist nicht in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Die Gelenkzellen besitzen nur geringe Größe. Die Trichombildung ist reichlich . . . . . B. tectorum L.

12. . . . . B. mollis L.

II. Boissiera.

Wiesengras, dessen Blätter wellige Oberflächen besitzen. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen von nur mäßiger Größe. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt. Die Mestomscheiden bestehen aus gleich großen Zellen, deren Innenwände stärker verdickt sind als die Außenwände. Das Assimilationsgewebe ist deutlich in Pallisaden- und Schwammparenchym gesondert. Es besteht vorwiegend aus sternartigen sehr großen Zellen, die nur locker miteinander

verbunden sind. Wassergewebe und farbloses Parenchym fehlen. Die Epidermiszellen sind durchweg großlumig. Die Trichombildung ist sehr reichlich . . . . . Boissiera bromoides Hochst.

III. Brachypodium.

Wiesen- oder Steppengräser mit flacher oder rinnig vertiefter Blattoberfläche. Zwischen je zwei Mestombündeln finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, die zuweilen recht bedeutende Größe besitzen. Die Quantität der Bastelemente schwankt bei den verschiedenen Arten. Das Assimilationsgewebe zeigt meist keine Sonderung in Pallisaden- und Schwammparenchym. Das Verhältnis der primären zu den schwächeren Mestombündeln ist 1 : 2—3. Hadrom und Leptom der stärkeren Bündel sind durch ein Band dickwandiger Parenchymzellen getrennt. Die Mestomscheiden bestehen aus gleich großen Zellen, deren Innen- und Außenwände annähernd gleiche Dicke besitzen. Die Parenchymscheiden sind etwas deutlicher ausgeprägt wie bei den vorher genannten Genera der Subtribus. Wassergewebe und farbloses Parenchym fehlen. Die Epidermiszellen sind meist großlumig und dünnwandig.

I. Blätter mit flacher Oberseite. Die Mittelrippe ist deutlich ausgeprägt. Das mechanische Gewebe ist nur mäßig entwickelt. Ebenso ist auch die Trichombildung nur gering,

1. Gelenkzellen relativ groß. Das Chlorophyllparenchym ist vielfach an der Trägerbildung beteiligt. Die untere Bastgurtung der Mittelrippe ist nur schwach entwickelt. Die Epidermiszellen der Unterseite neben der Mittelrippe sind nicht gelenkzellenartig ausgebildet . . . . . Brachypodium pinnatum P. B.

2. Gelenkzellen ziemlich klein. Das Chlorophyllparenchym ist meist nicht an der Trägerbildung beteiligt. Die untere Bastgurtung der Mittelrippe ist relativ stark entwickelt. Die Epidermiszellen der Unterseite an den Flanken der Mittelrippe sind gelenkzellenartig entwickelt . . . . . Brachypodium sylvaticum Roem. et Schult.

II. Blätter mit stark vertiefter Oberseite. Die Mittelrippe ist gar nicht ausgeprägt. Die Gelenkzellen besitzen recht ansehnliche Größe. Das mechanische Gewebe ist ziemlich stark entwickelt. Die Trichombildung ist reichlich.

3. Die mechanischen Elemente sind relativ dünnwandig. An der Unterseite zieht sich ein kontinuierliches Bastband hin. Die oberen Gurtungen sind am Prismenscheitel bandartig erweitert. Die Parenchymscheiden sind farblos . Brachypodium mucronatum Wilk.

4. Die mechanischen Elemente sind dickwandig. Ein kontinuierliches Bastband an der Unterseite fehlt. Die oberen Gurtungen sind nicht bandartig verbreitert. Die Parenchymscheiden sind farblos . . . . . Brachypodium phoenicoides Roem. et Schult.

5. Die mechanischen Elemente sind dickwandig. Ein kontinuierliches Bastband an der Unterseite fehlt. Die oberen Gurtungen sind nicht bandartig erweitert. Die Parenchymscheiden sind chlorophyllhaltend . . . . . Brachypodium ramosum.

IV. Trachynia.

Trachynia distachya zeigt, auf dem Querschnitt betrachtet, denselben Bau wie Brachypodium pinnatum P. B.

Überblicken wir die vorstehende Tabelle, so fällt uns zunächst auf, daß die Gattung Bromus im anatomischen Bau der Blattorgane der einzelnen Arten nur geringe Differenzen aufweist. Morphologisch

sind die meisten untersuchten Bromus-Arten gut zu unterscheiden. Besonders hervorheben möchte ich jedoch, daß Bromus purgans und Bromus ciliatus, die morphologisch schwer zu trennen sind, sich durch den verschiedenen anatomischen Bau der Laubblätter unzweifelhaft als zwei verschiedene Arten erweisen, dasselbe gilt für Bromus secalinus und Bromus relutinus.

Die Gattung Boissiera ist von den anderen Genera der Subtribus sowohl morphologisch als anatomisch gut zu unterscheiden.

Die untersuchten Arten der Gattung Brachypodium sind ebenfalls morphologisch und anatomisch gut charakterisiert.

Trachynia dagegen ist sowohl in morphologischer als auch anatomischer Beziehung von Brachypodium so wenig verschieden, daß meiner Ansicht nach Trachynia distachya Link als ein echtes Brachypodium (Brachypodium distachyum) angesehen werden muß.

Aus der vorstehenden Arbeit geht hervor, daß dem anatomischen Bau der Laubblätter der Gramineen eine nicht zu unterschätzende systematische Bedeutung beizumessen ist. Zwar lassen sich nur einige wenige Arten auf Grund der Anatomie der Blattorgane allein, auch in nicht blühendem Zustande bestimmen, doch erleichtert einerseits die Berücksichtigung der histologischen Struktur der Laubblätter neben den morphologischen Merkmalen der Blüte und Frucht die Bestimmung nahestehender Arten, andererseits aber ist die Anatomie der Laubblätter für den weiteren Ausbau und die feste Begründung des Systems von allergrößter Bedeutung.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden im Königlichen botanischen Institut zu Königsberg i. Pr. in der Zeit von Februar 1903 bis März 1904 unter Leitung des Herrn Professor Dr. Chr. Luerssen ausgeführt.

Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Chr. Luerssen, für die Überlassung des umfangreichen Materials sowie für das rege Interesse und die stets bereitwillige Unterstützung, die er mir während meiner Arbeit zuteil werden ließ, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich Herrn Privatdozenten Dr. J. Abromeit für die mannigfachen Anregungen und praktischen Ratschläge, mit welchen er mich während meiner Arbeit in stets bereitwilligster Weise in hohem Maße unterstützt hat. Schließlich bin ich auch Herrn Gymnasialprofessor E. Hackel (St. Pölten), der mir über die systematische Stellung einiger der untersuchten Arten in freundlichster Weise Auskunft erteilte, zu großem Dank verpflichtet.

Alphabetisches Verzeichnis der untersuchten Gattungen und Arten.

Seite

I. Ampelodesmos.

1. Ampelodesmos tenax Link 27

II. Arundo.

2. Arundo Donax L. 24
3. „ occidentalis Sieb (Phragmites) . 26

III. Atropis.

4. Atropis Borreri Richt. 82
5. „ convoluta Griseb. 81
6. „ distans Griseb. 83
7. „ maritima Griseb. 80

IV. Boissiera.

8. Boissiera bromoides Hochst 100

V. Brachypodium.

9. Brachypodium mucronatum Link . . . 103
10. „ phoenicoides Roem.et Schult 103
11. „ pinnatum P. B. 101
12. „ ramosum 104
13. „ sylvaticum Roem. et Schult 102

VI. Briza.

14. Briza maxima L. 60
15. „ media L. 60
16. „ minor L. 61
17. „ triloba Nees. var. pumilla Hackel . 61

VII. Bromus.

18. Bromus arvensis L. 99

Seite

19. Bromus ciliatus Torrey 94
20. „ inermis L. 94
21. „ laxus Haenke 95
22. „ macrostachys Dsf. 100
23. „ maximus L. 96
24. „ mollis L. 98
25. „ pendulinus L. 98
26. „ purgans L. 93
27. „ relutinus L. 97
28. „ secalinus L. 97
29. „ tectorum L. 95

VIII. Catabrosa.

30. Catabrosa aquatica P. B. 49
31. „ concinna Th. Fr. (Phippsia) . 49

IX. Catapodium.

32. Catapodium loliaceum Link 84

X. Colpodium.

33. Colpodium fulvum Griseb. 73
34. „ pendulinum Griseb. 74

XI. Dupontia.

35. Dupontia Fischeri Br. 74

XII. Eragrostis.

36. Eragrostis abessinica Link 43
37. „ ciliaris Link 39
38. „ elegans Link 42
39. „ Frankii Meyer 38

Seite

40. Eragrostis major Hochst 40
41. „ mexicana Link 41
42. „ minor Hochst 42
43. „ oxylepis Torr. 41
44. „ pilosa Beanv. (abessinica) . . 45
45. „ reptans Nees. 37

XIII. Glyceria.

46. Glyceria arundinacea Kunth 76
47. „ fluitans R. Br. 78
48. „ nemoralis Uechtr. u. Kör. . . 79
49. „ plicata Fries 78
50. „ remota Fries 79
51. „ spectabilis M. u. K. 77

XIV. Gynerium.

52. Gynerium saccharoides Hunb. et Bonpl. . 23

XV. Koeleria.

53. Koeleria albescens D. C. 47
54. „ caudata Stendel 47
55. „ cristata Pers. 46
56. „ phleoides Pers. 48
57. „ valesiaca Gand 46

XVI. Melica.

58. Melica altissima L. 56
59. „ Bauhini Alt (ciliata) 53
60. „ ciliata L. typia 53
61. „ ciliata L. var. Nebrodensis Parlat 54
62. „ Harfordii Boland (ciliata) . . . 54
63. „ macra Nees. 54
64. „ nutans L. 58
65. „ papilionacea L. var. hyalina Doell 55
66. „ uniflora Retz 57

XVII. Oreochloa.

67. Oreochloa disticha Link (Sesleria) . . . 19

XVIII. Pappophorum.

68. Pappophorum alopecuroideum Vahl . . 4
69. „ commune Ferd. von Müller 11
70. „ macrostachyum Schrad. . . 9
71. „ mucronulatum Nees . . . 9

XIX. Phippsia.

72. Phippsia concinna Lindeb. (Catabrosa) . 49

Seite

XX. Phragmites.

73. Phragmites communis (Arundo) . . . 27

XXI. Poa.

74. Poa alpina L. 66
75. „ badensis Haenke 65
76. „ brevifolia Muehlenb. 72
77. „ caespitosa Schrad. 67
78. „ Chaixi Villars var. remota Koch . 69
79. „ compressa L. 72
80. „ Flaccidula Boiss. et Heldr. . . . 63
81. „ gracillima Vascy 68
82. „ Hookeriana F. v. Müller 68
83. „ Hovelli Vascy 71
84. „ laxa Haenke 62
85. „ longifolia Trinius 69
86. „ Masenderana Freyn 63
87. „ pannonica Kerner 71
88. „ pratensis L. 64
89. „ Sellowii Nees. 70

XXII. Prilathera.

90. Psilathera tenella Link (Sesleria) . . . 20

XXIII. Scleropoa.

91. Scleropoa rigida 85

XXIV. Scolochloa.

92. Scolochloa festucacea Link 75

XXV. Sesleria.

93. Sesleria Budensis Aschers. u. Graeb. . 15
94. „ coerulea Ard. var. calcarea Opitz 14
95. „ „ Ard. var. uliginosa Opitz 13
96. „ disticha pars (Oreochloa) . . . 19
97. „ filifolia Hoppe 18
98. „ Heufleriana Schur 16
99. „ ovata Kerner (Psilathera) . . . 20
100. „ tenella Host (Psilathera) . . . 20

XXVI. Trachynia.

101. Trachynia distachya Link (Brachypodium) 104

XXVII. Triodia.

102. Triodia avenaceae H. B. K. 31
103. „ cuprea Jacqu. 30
104. „ decumbens Beanv. 33
105. „ mutica Scrib. 34

Literaturverzeichnis.

Es sind hier nur die wichtigsten der benutzten Arbeiten angeführt.)

I. 1869/70. Pfitzer, Beiträge zur Kenntnis der Hauptgewebe der Pflanzen. Pringsheims Jahrbücher, Bd. VII.

II. 1874. Schwendener, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. Leipzig.

III. 1875. Duval-Jouve, Histotaxie des feuilles de Graminées. Ann. des sciences nat., Bd. I.

IV. 1881. Haberlandt, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystemes der Pflanzen, Pringsh. Jahrb., Bd. XIII.

V. 1882. Arechong, Der Einfluß des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Struktur der Blattorgane. Engler's Jahrbücher, Bd. II.

VI. 1882. Hackel, Ed., Monographia Festucarum. Kassel.

VII. 1882. Tschirch, Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungsmechanismus der Grasblätter. Pringsh. Jahrb., Bd. XIII.

VIII. 1883. Westermaier, Über Bau und Funktion des pflanzlichen Hauptgewebesystems. Pringsh. Jahrb. Bd. XIV.

IX. 1883. Ambronn, Über Poren in den Außenwänden der Epidermiszellen. Pringsh. Jahrb., Bd. XIV.

X. 1886. Güntz, H. E. M., Untersuchungen über die anatomische Struktur der Gramineenblätter in ihrem Verhältnis zu Klima und Standort mit dem Versuche einer auf dieselbe begründeten Gruppierung der Gramineen. Diss., Leipzig.

XI. 1889. Schwendener, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzber. der Kgl. Pr. Akad. der Wiss. zu Berlin.

XII. 1890. Schwendener, Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Ebendaselbst.

XIII. 1896. Grob, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibliotheca botanica, Bd. VII, Heft 36.

XIV. 1896. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.

Erklärung der Tafeln.[1]

Sämtliche Figuren sind vom Verfasser gezeichnet.

bh = Borstenhaar. *bst* = Baststachelhaar. *chp* = Chlorophyllparenchym. *fp* = Farbloses Parenchym. *gl* = Gelenkzellen. *h* = Hohlräume. *hz* = Hantelzellen. *i* = Interzellularen. *k* = Kurzzellen. *ki* = Kieselzellen. *ko* = Korkzellen. *l* = Langzellen. *mg* = Mechanisches Gewebe. *msch* = Mestomscheide. *ph* = Polsterhaar. *po* = Poren. *psch* = Parenchymscheide. *pst* = Parenchymstachelhaar. *rst* = Randstachelhaar (Randstachel). *sz* = Sattelzellen. *wg* = Wassergewebe. *wkh* = Winkelhaar. *whr* = Weichhaar. *hp* = Haarpapillen. *sto* = Stomata.

Taf. I Fig. 1. Pappaphorum mucronulatum Nees. Qu durch die Mittelrippe (210).[2]
„ Fig. 2. do. Polsterhaar (450).
„ Fig. 3. do. Haarpapillen (480).
„ Fig. 4. do. Ep der OS über Ba (310).
„ Fig. 5. do. Kurzzellreihe von der Ep der US über Ba (450).
„ Fig. 6. Pappaphorum commune F. v. Mueller Ep der US über Ba (310).
„ Fig. 7. do. langes Winkelhaar (300).
„ Fig. 8. Sesleria coerulea Ard. var. uliginosa Opitz Qu durch die Mittelrippe (230).
„ Fig. 9. do. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 10. Sesleria tenella Host. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 11. Oreochloa disticha Link. Schematischer Qu (70).
Taf. II Fig. 12. Sesleria filifolia Hoppe. Stück der Lamina Qu (310).
„ Fig. 13. do. Ep der OS über Pa (300) halb schematisiert.
„ Fig. 14. Gynerium saccharoides Humb. et Bonpl. Schematischer Qu durch die Mittelrippe (50). Das Chlorophyllparenchym ist punktiert, das mechanische Gewebe schraffiert, das farblose Parenchym zellenartig gezeichnet.
„ Fig. 15. do. Ep der US über Ba (310).
„ Fig. 16. do. Randstachel (310).
Taf. III Fig. 17. Arundo Donax L. Qu durch die Mittelrippe (200).
„ Fig. 18. do. Ep der US über Ba (450).
„ Fig. 19. Ampelodesmos tenax Link. Stück der Lamina Qu (50).
„ Fig. 20. do. Ep der OS über Ba (450).
„ Fig. 21. do. Ep der US (450).
„ Fig. 22. do. Qu durch das Mestombündel der Mittelrippe (310).
Taf. IV Fig. 23. Triodia decumbens Beauv. Ep der US über Pa (480) einzelne Langzelle.
„ Fig. 24. do. Winkelhaar (480).

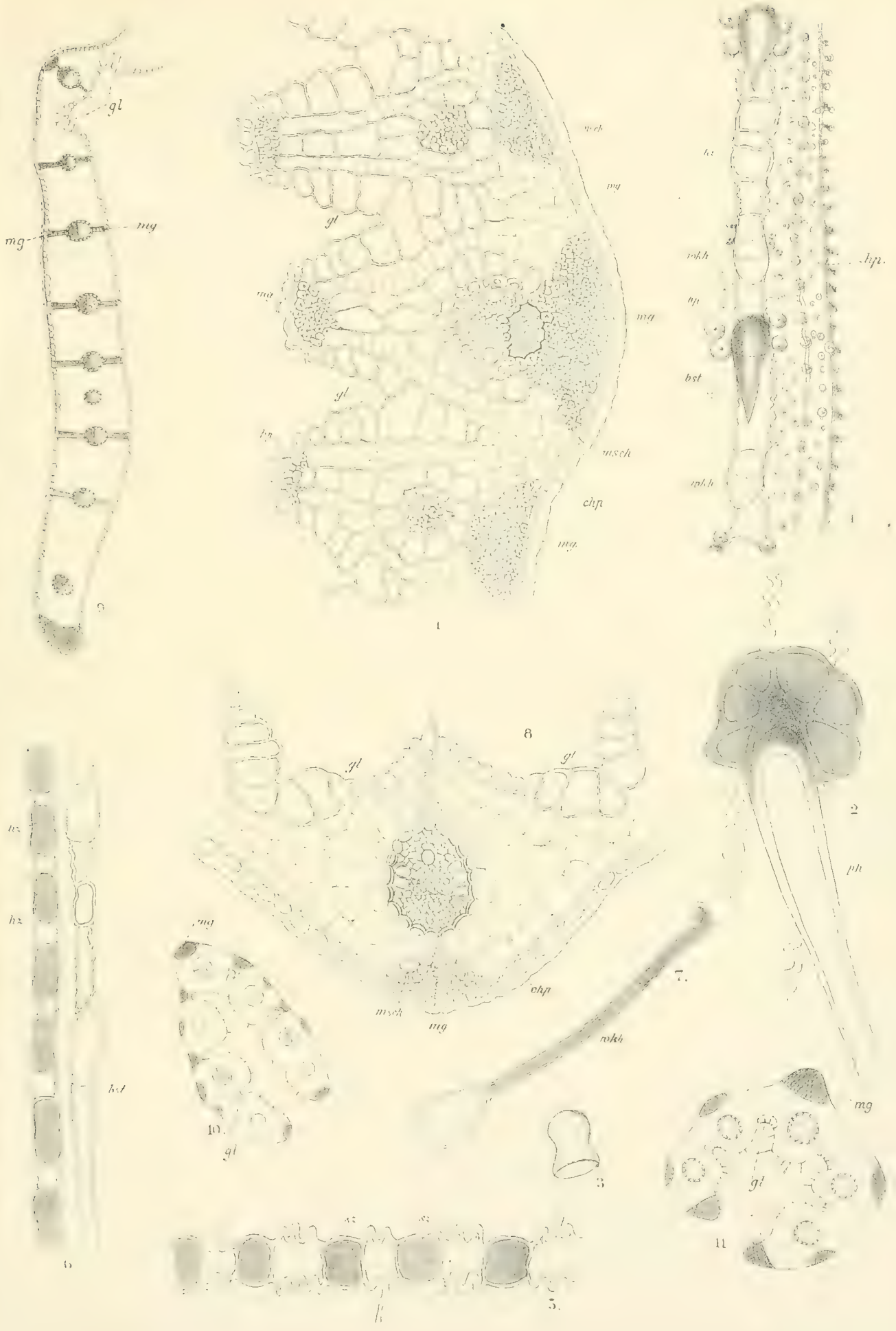
[1] In den schematischen Zeichnungen ist das mechanische Gewebe schraffiert gezeichnet. In dem folgenden Verzeichnis bedeutet Qu = Querschnitt, US = Unterseite, OS = Oberseite, Pa = Parenchym, Ba = Bast, Ep = Epidermis.

[2] Die Zahlen geben die Vergrößerungen an.

Taf. IV	Fig. 25.	Triodia mutica Scrib. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„	Fig. 26.	do. Qu durch den Blattrand (310).
„	Fig. 27.	do. Ep der US über Ba (310).
„	Fig. 28.	Triodia cuprea Jacqu. Qu durch ein Stück der Lamina (480).
„	Fig. 29.	Triodia avenacea H. B. K. Qu durch die Mittelrippe (210).
Taf. V	Fig. 30.	Eragrostis reptans Nees. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 31.	Eragrostis major Host. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 32.	Eragrostis abessinica Lk. Qu durch die Mittelrippe (200).
„	Fig. 33.	do. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„	Fig. 34.	do. Ep der OS über Ba (450).
„	Fig. 35.	Koeleria albescens D. C. Schematischer Qu (20).
Taf. VI	Fig. 36.	Eragrostis ciliaris Link. Qu durch ein Stück der Lamina (Verschmelzung zweier Gelenkzellgruppen) (300).
„	Fig. 37.	Eragrostis Frankii Meyer. Ep der US a) über Ba, b) über Pa (200).
„	Fig. 38.	Koeleria cristata Pers. Schematischer Qu (50).
„	Fig. 39.	Koeleria phleoides Pers. Stück der Lamina Qu (360).
„	Fig. 40.	Catabrosa aquatica P. B. Schematischer Qu durch die Mittelrippe (16).
„	Fig. 41.	do. Ep. der OS über Pa (200).
„	Fig. 42.	do. Ep der OS über Ba von der Seite gesehen (200).
„	Fig. 43.	Melica ciliata L. typica. Schematischer Qu durch die Mittelrippe (50).
„	Fig. 44.	Melica Bauhini All. Schematischer Qu (50).
Taf. VII	Fig. 45.	do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 46.	Melica macra Nees. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„	Fig. 47.	Melica altissima L. Qu durch die Mittelrippe (200).
„	Fig. 48.	do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 49.	do. Ep der OS über Ba (300) schematisiert.
„	Fig. 50.	Poa laxa Haenke. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
Taf. VIII	Fig. 51.	do. Ep der US über Pa (200) schematisiert.
„	Fig. 52.	do. Schematischer Qu (45).
„	Fig. 53.	Poa Flaccidula Boiss. et Heldr. Schematischer Qu (45).
„	Fig. 54.	do. Qu durch die Mittelrippe (450).
„	Fig. 55.	do. Qu durch ein Stück der Lamina, welches ein schwächeres Mestombündel aufweist (300).
„	Fig. 56.	do. Qu durch die Lamina mit stärkerem Mestombündel (300).
„	Fig. 57.	Poa pratensis L. Ep der US (200).
Taf. IX	Fig. 58.	do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 59.	do. Qu durch die Mittelrippe (300).
„	Fig. 60.	Poa Masenderana Freyn. Schematischer Qu (70).
„	Fig. 61.	do. Qu durch ein Stück der Lamina mit Mestombündel (300).
„	Fig. 62.	do. Qu durch ein Stück der Lamina ohne Mestombündel (450).
„	Fig. 63.	do. Qu durch die Mittelrippe (300).
„	Fig. 64.	Poa badensis Haenke. Ep der US über Ba (300).
„	Fig. 65.	do. Ep der US über Pa (300).
Taf. X	Fig. 66.	do. Ep der OS über Pa (300).
„	Fig. 67.	do. Qu durch die Mittelrippe (300).
„	Fig. 68.	do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„	Fig. 69.	do. Qu durch eine Gelenkzellengruppe (300).
„	Fig. 70.	Poa caespitosa Schrad. Schematischer Qu (70).
„	Fig. 71.	do. Qu durch die Mittelrippe (300).
Taf. XI	Fig. 72.	Poa gracillima Vasey. Schematischer Qu (70).

Taf. XI Fig. 73. Poa gracillima Vasey. Qu durch die Mittelrippe (300).
„ Fig. 74. Poa Sellowii Nees. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 75. do. Qu durch die Mittelrippe (200).
„ Fig. 76. do. Ep der OS über Pa (200).
„ Fig. 77. do. Ep der US über Pa (200).
„ Fig. 78. Poa Hockeriana F. v. Mueller. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„ Fig. 79. do. Ep der OS (200).
Taf. XII Fig. 80. Poa longifolia Trin. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„ Fig. 81. Colpodium pendulinum Griseb. Schematischer Qu (70).
„ Fig. 82. do. Qu durch die Mittelrippe (300).
„ Fig. 83. Colpodium fulvum Griseb. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 84. Dupontia Fischeri Br. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 85. do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 86. Scolochloa festucacea Link. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
Taf. XIII Fig. 87. Glyceria arundinacea Kunth. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 88. do. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 89. Glyceria spectabilis M. u. K. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 90. do. Qu durch eine Gelenkzellengruppe (300).
„ Fig. 91. Glyceria remota Fries. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 92. Glyceria fluitans R. Br. Ep der OS über Pa (300).
„ Fig. 93. do. Ep der OS über Ba (300).
Taf. XIV Fig. 94. Atropis Borreri Richt. Qu durch ein Prisma (200).
„ Fig. 95. do. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 96. Atropis distans Griseb. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 97. Atropis convoluta Griseb. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 98. Catapodium loliaceum Lk. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 99. do. Qu durch ein Stück der Lamina (200).
„ Fig. 100. do. Ep der US (200).
„ Fig. 101. Scleropoa rigida. Qu durch die Mittelrippe (200).
Taf. XV Fig. 102. Glyceria nemoralis Nechtr. u. Kör. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 103. do. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 104. Atropis convoluta Griseb. Ep der US über Pa (200).
„ Fig. 105. do. Ep der US über Ba (300).
„ Fig. 106. do. Ep der OS (200).
„ Fig. 107. do. Blattrand (300).
„ Fig. 108. Atropis maritima Griseb. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 109. Atropis Borreri Richt. Ep der US über Pa (450).
„ Fig. 110. Glyceria plicata Fries. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 111. Glyceria remota Fries. Qu durch die Mittelrippe (200).
Taf. XVI Fig. 112. Boissiera bromoides Hochst. Qu durch ein Stück der Lamina (300).
„ Fig. 113. Brachypodium sylvaticum Roem. et Schult. Mittelrippe schematisiert (50).
„ Fig. 114. Brachypodium ramosum. Ep der US über Pa (300).
„ Fig. 115. do. Schematischer Qu (50).
„ Fig. 116. Bromus relutinus L. Qu durch die Mittelrippe (200).
„ Fig. 117. do. Qu durch ein Stück der Lamina (210).
„ Fig. 118. Bromus ciliatus Torrey. Qu durch ein Stück der Lamina (mit Gelenkzellen) (210).

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdruckerei), Naumburg a/S.

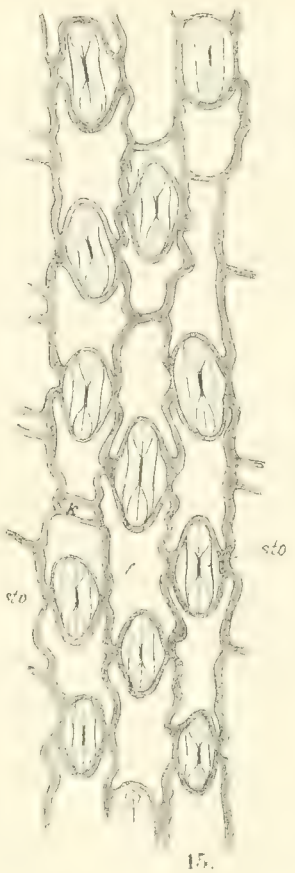


Lith v. Carl Ebner, Stuttgart.

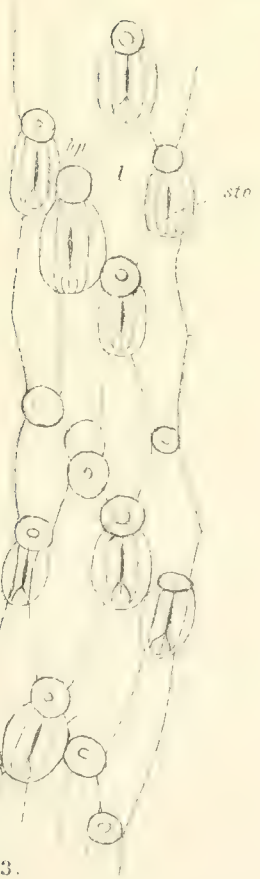
Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

14.

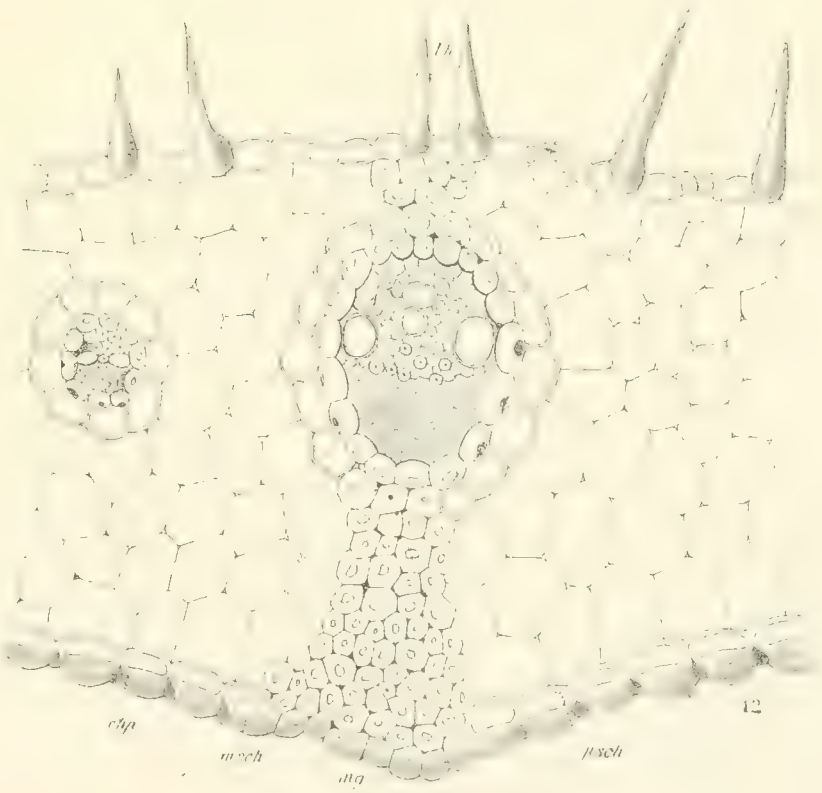
16.



15.



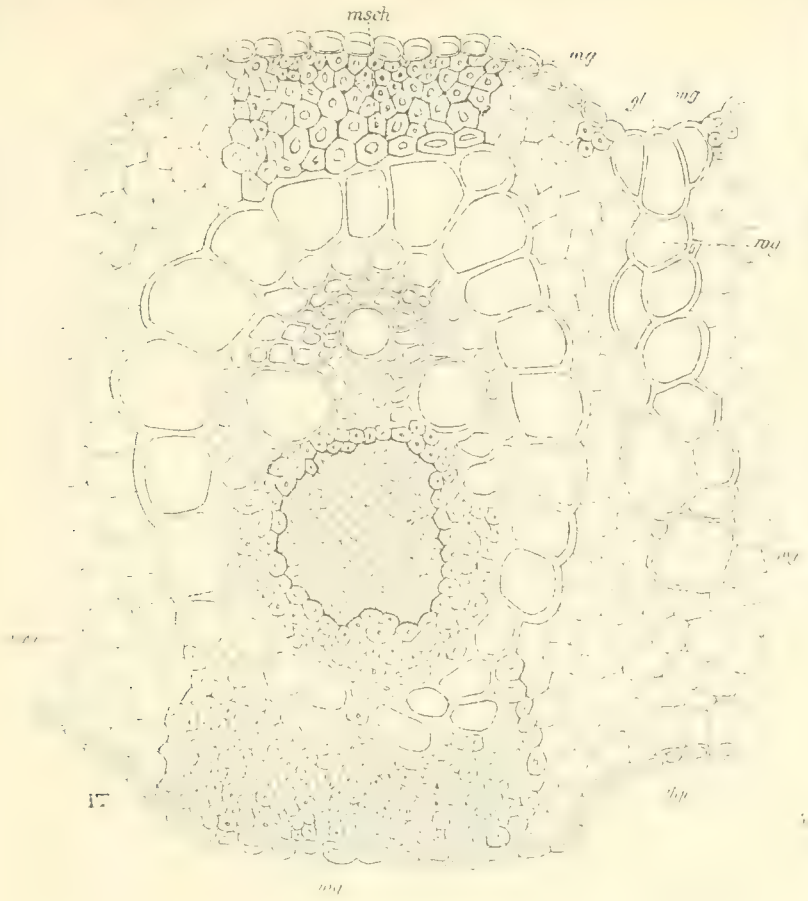
13.

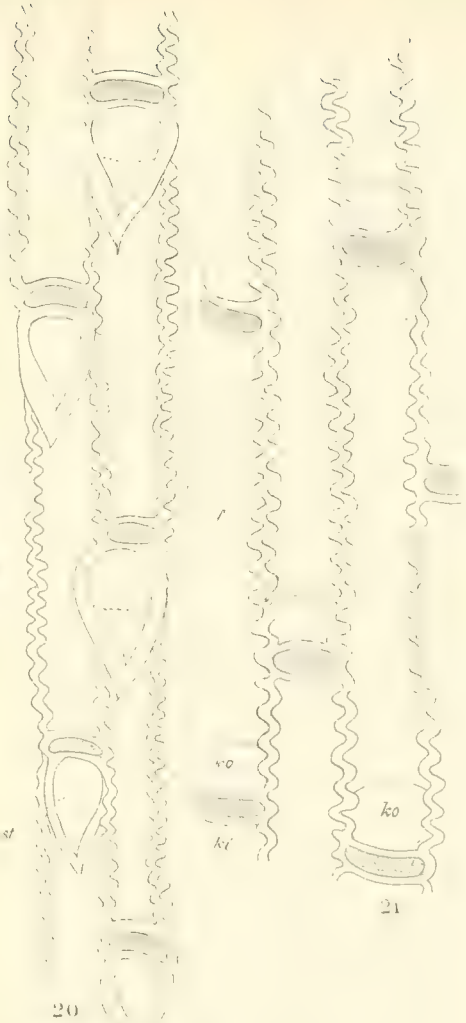


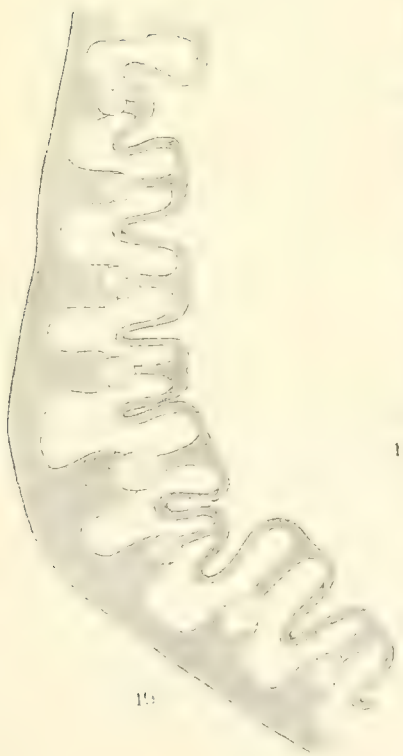
12

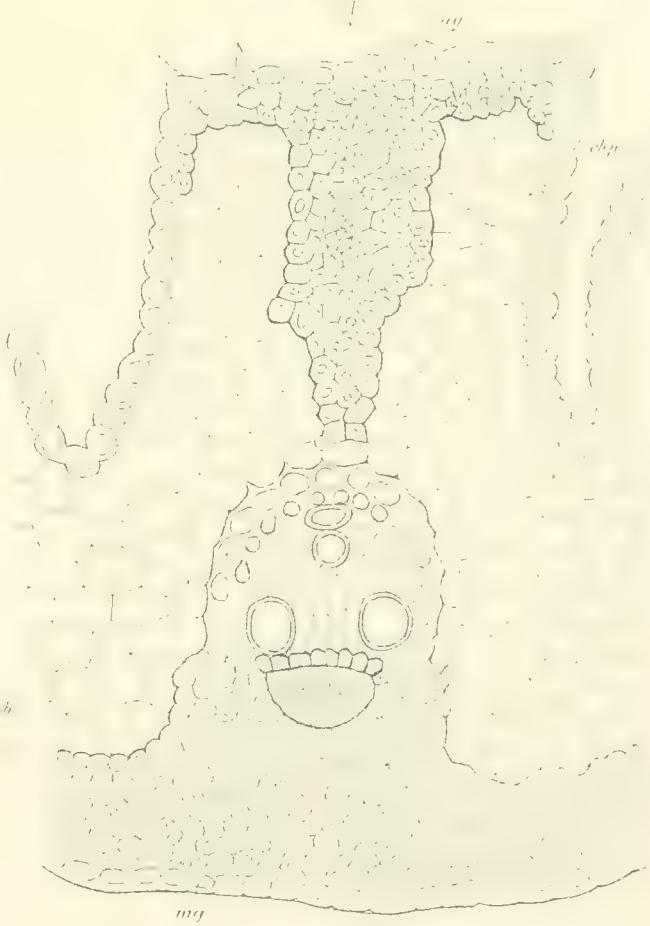
Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

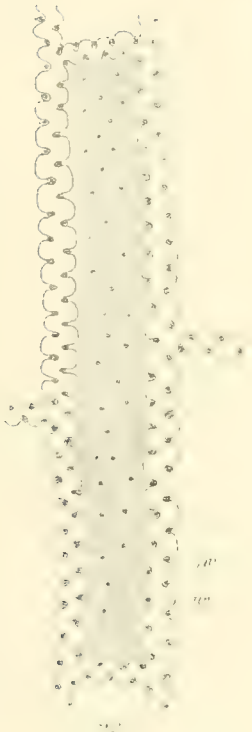


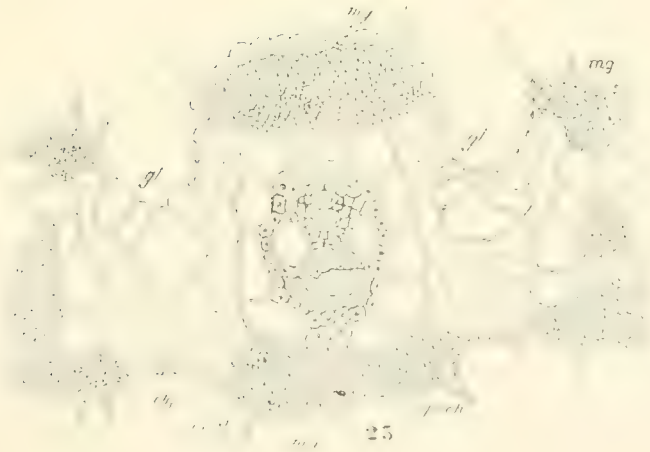




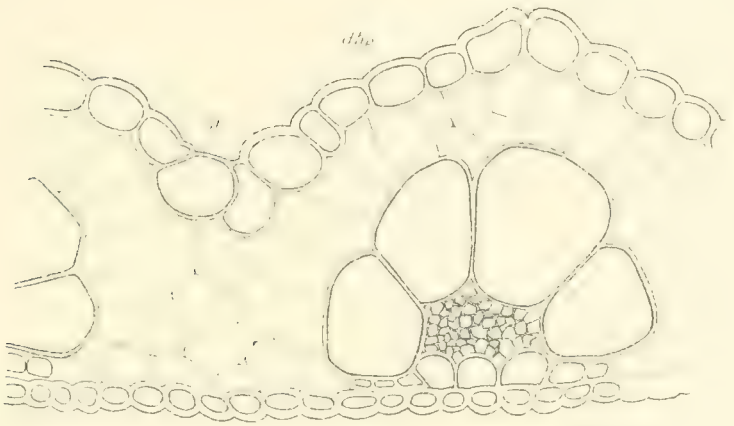


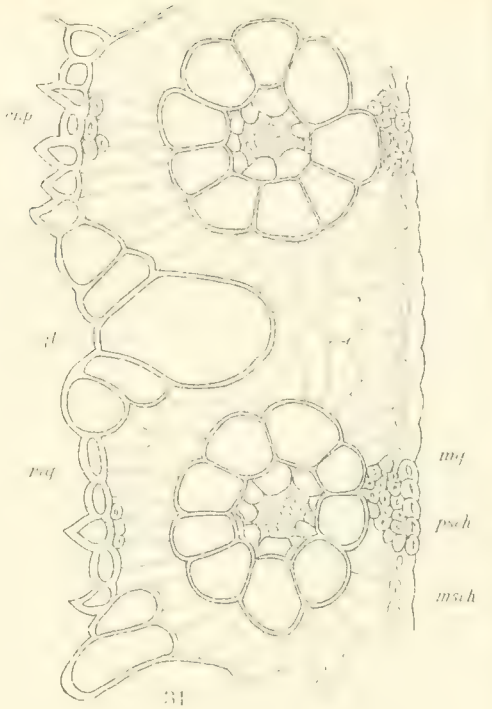
Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

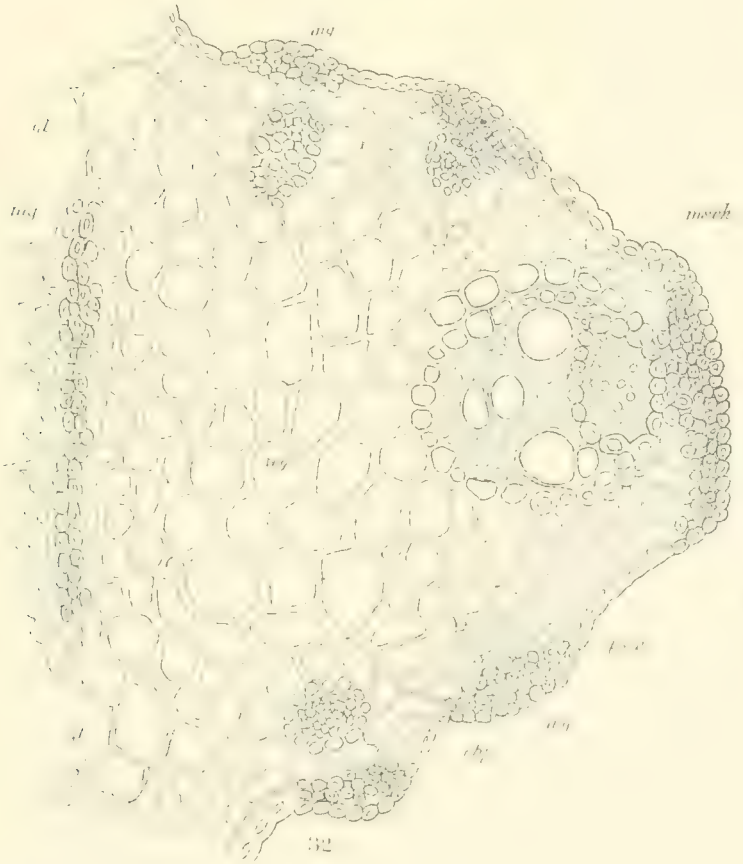


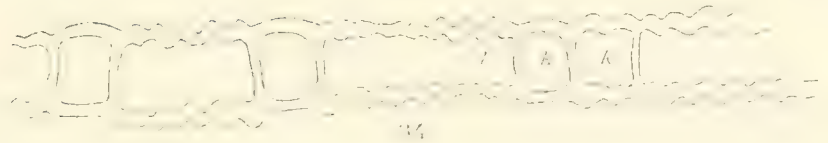


Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

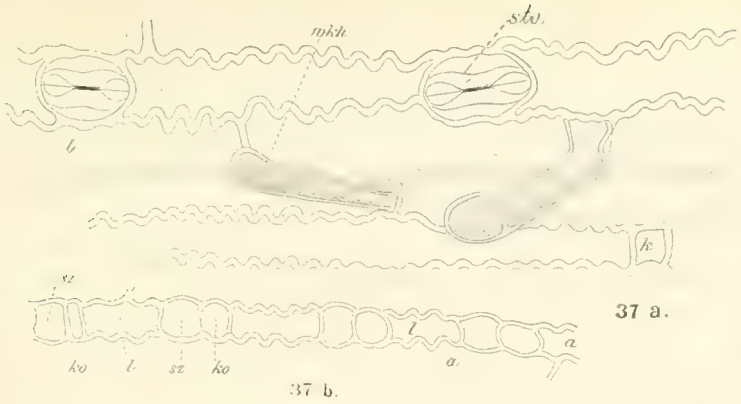






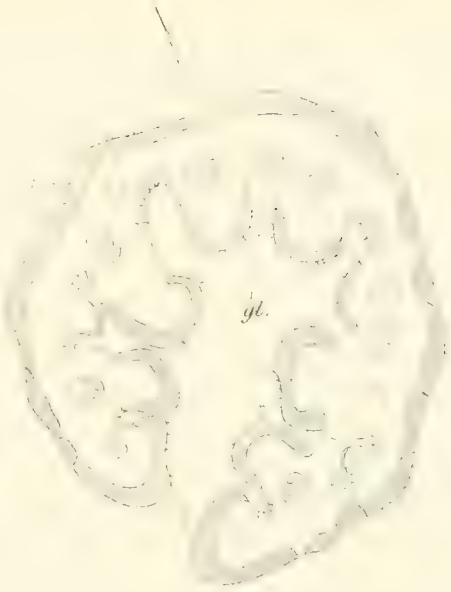


Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart.

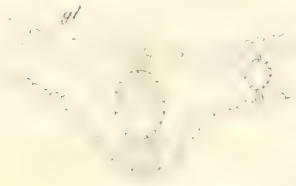


37 a.

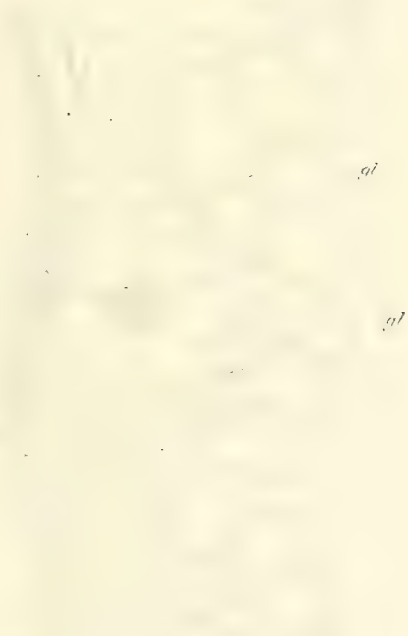
37 b.



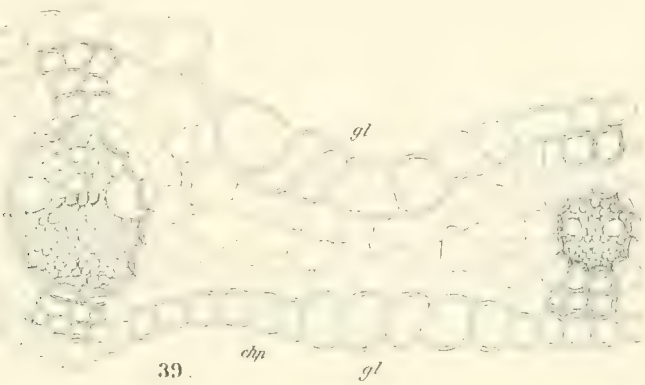
38.



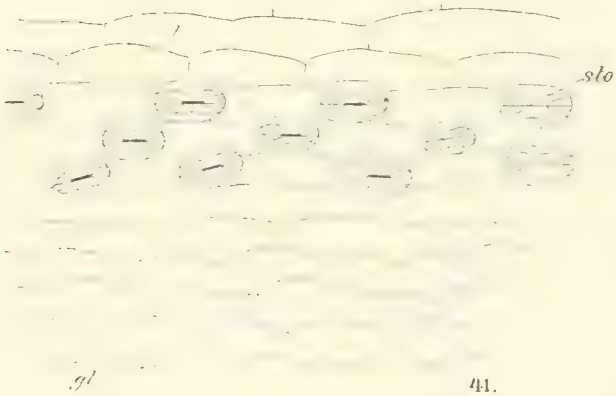
40.



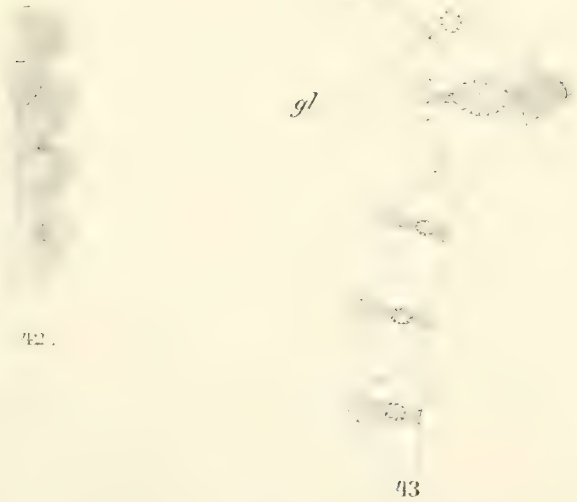
36.



39.

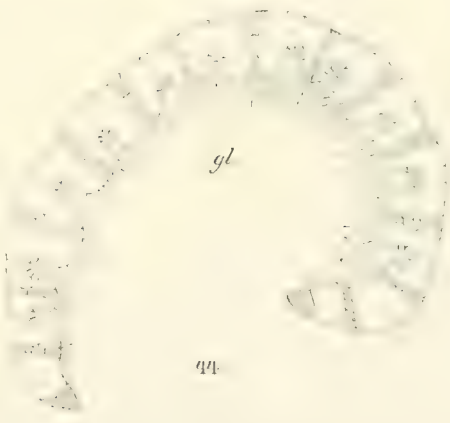


41.



42.

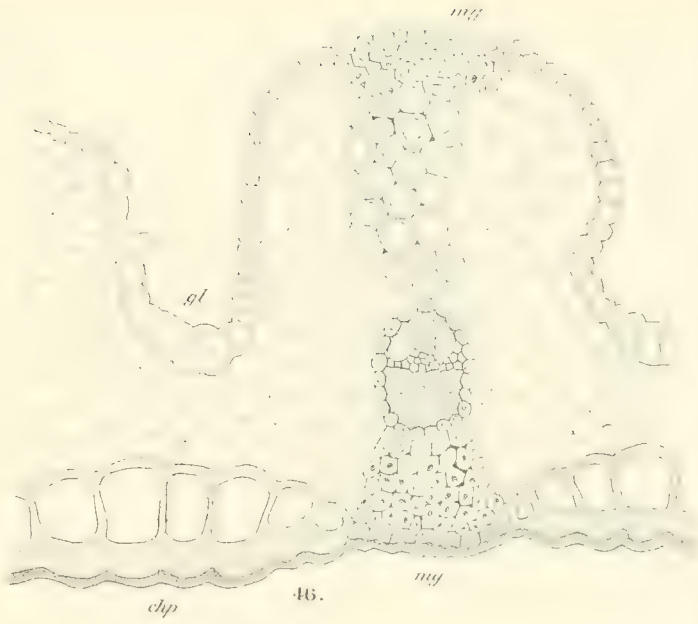
43



44

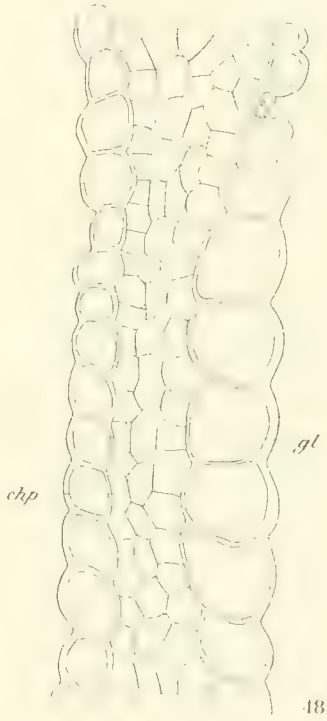
Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart

45.



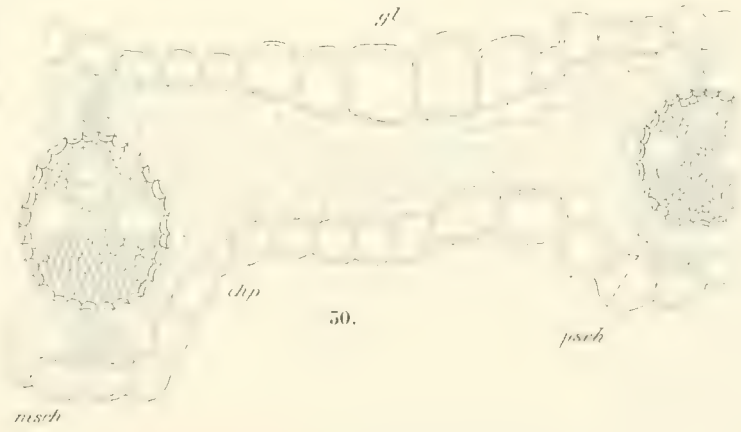
46.

49.



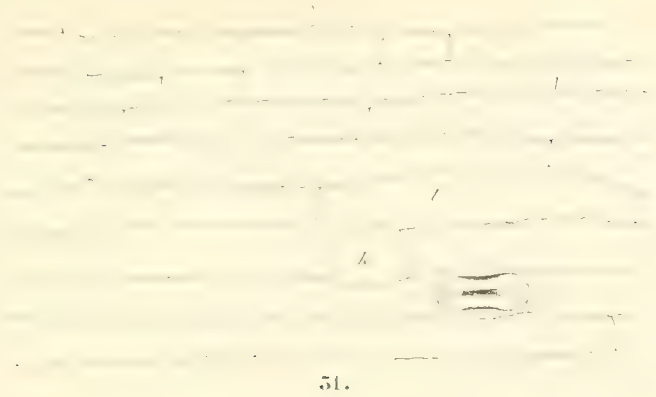
48.

47.

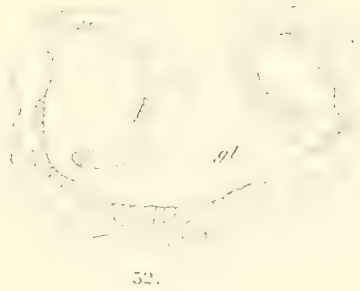


50.

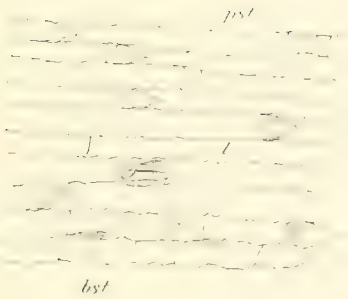
Lith.v. Carl Ebner, Stuttgart.



31.



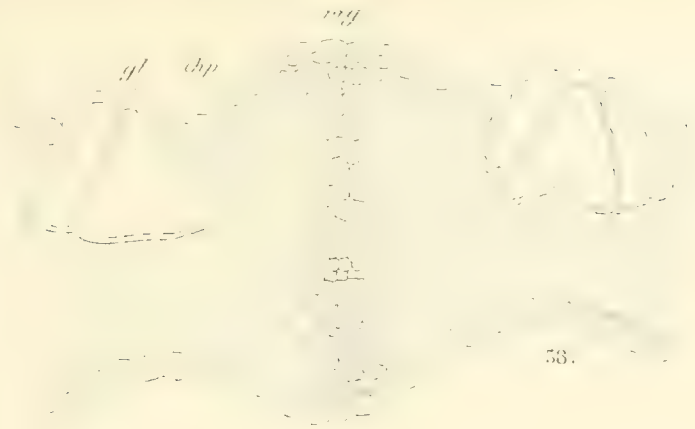
32.



37.

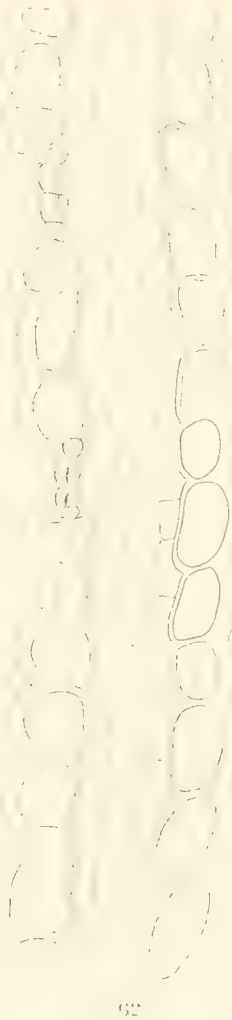
53. 54. 55. 56.

Lith. v. Carl Ebner, Stuttgart.



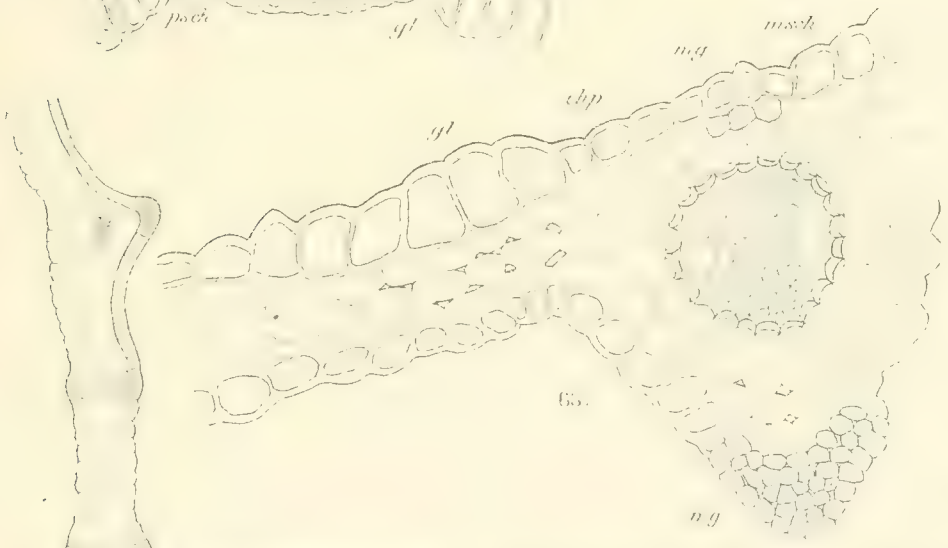
58.

64.

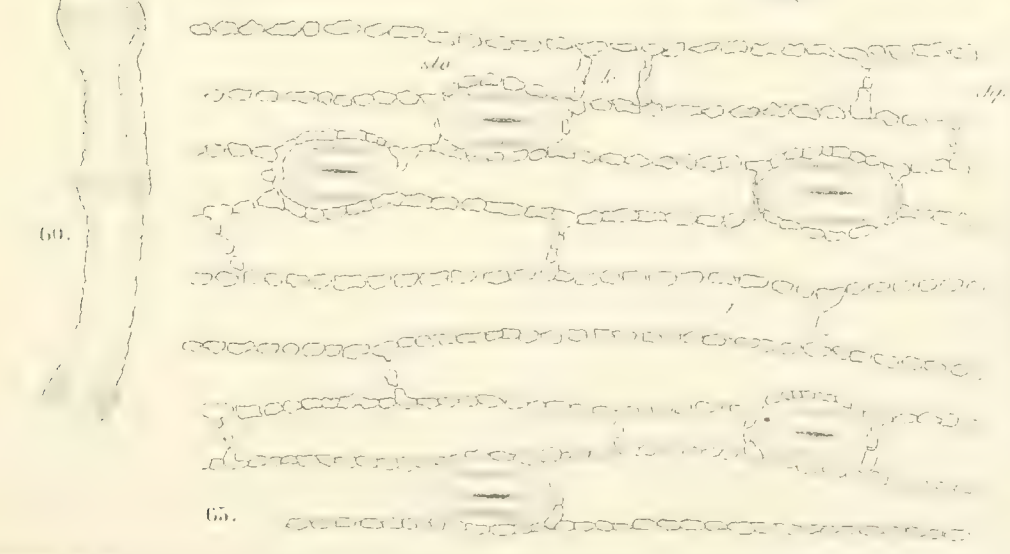


62

59



63.



60.

65.

61.

Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

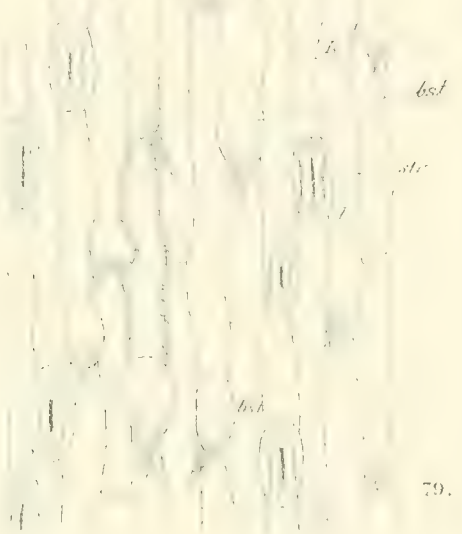
Lith. v. Carl Ebner Stuttg. art.

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart.

76.

77.

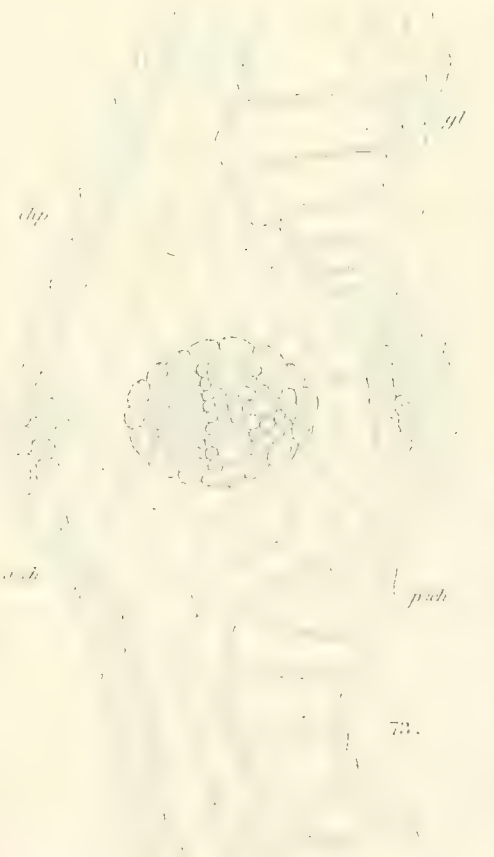
78.



79.

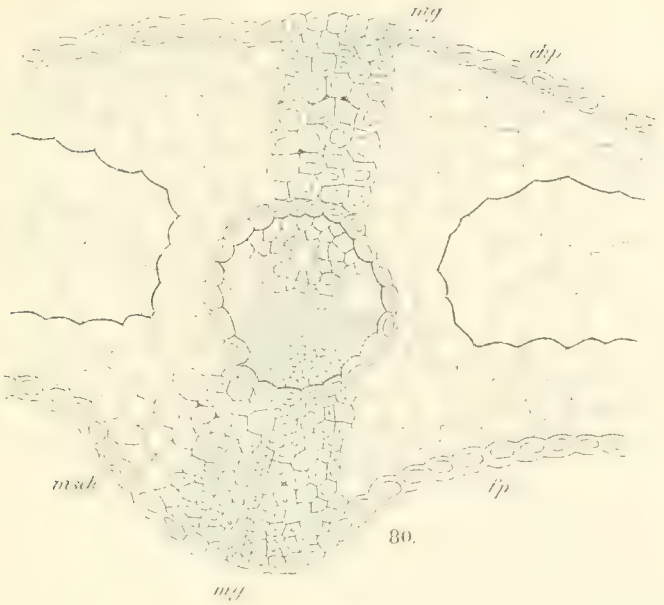
74.

75.



73.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

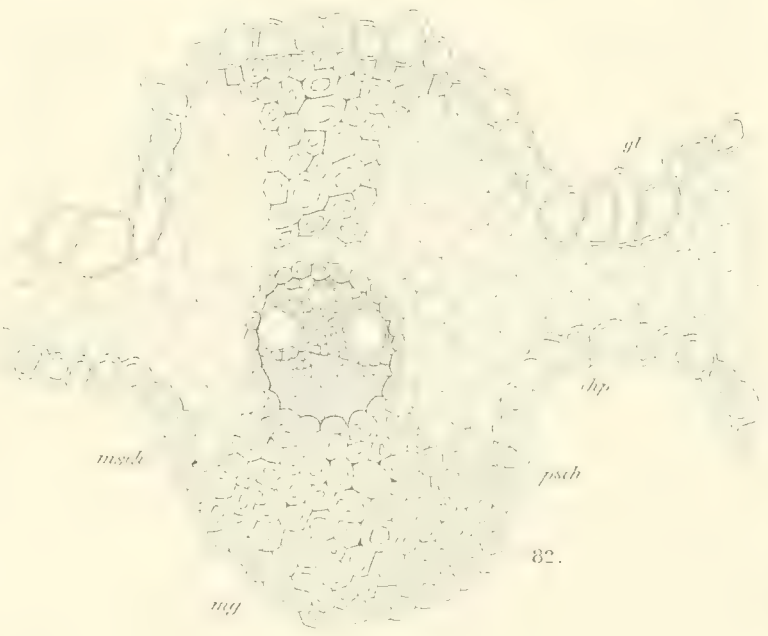


80.

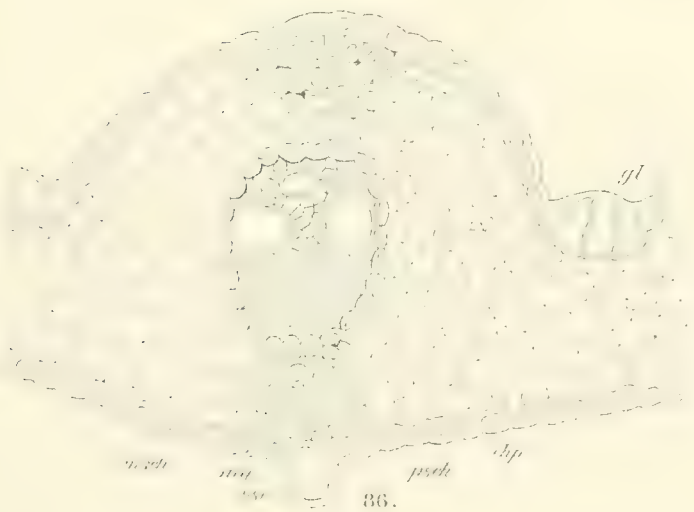
85.

84.

81.



82.

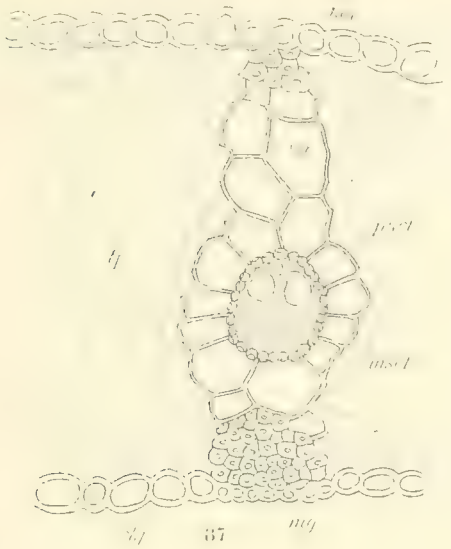


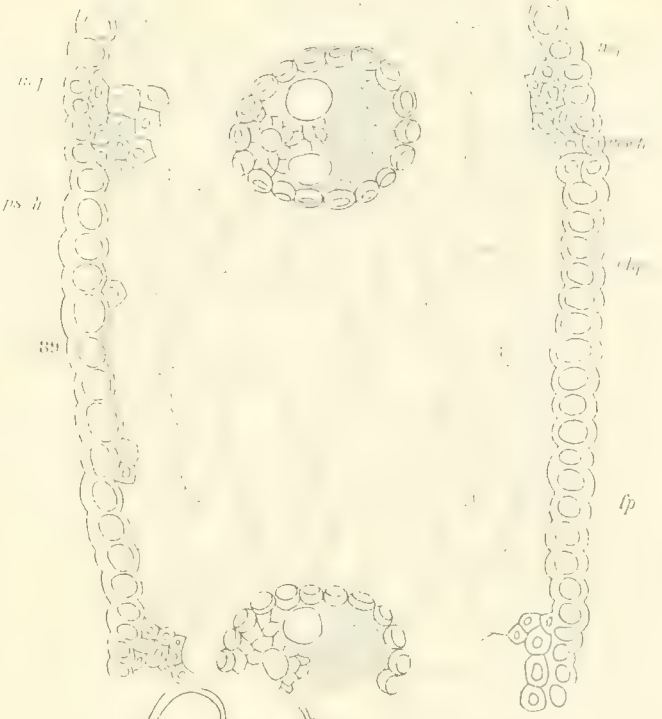
86.

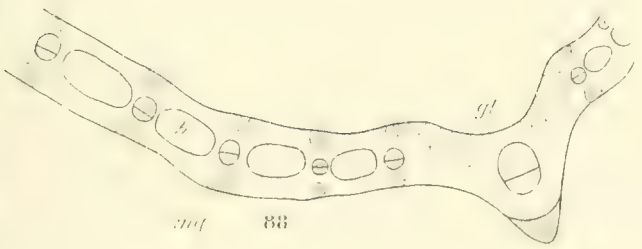
83.

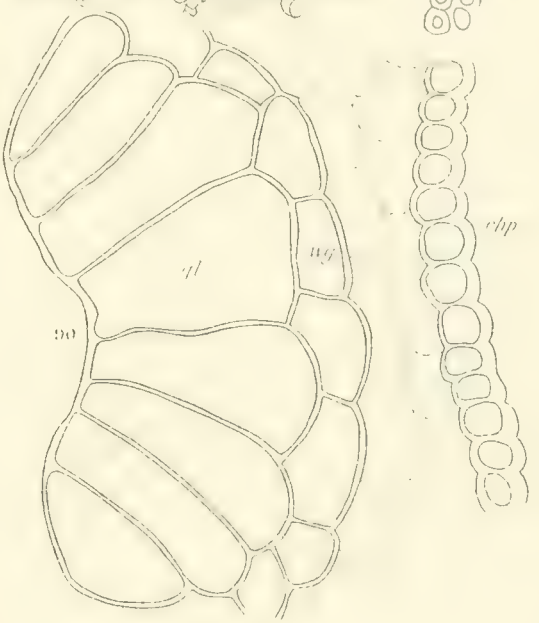
Lith. v. Carl Ebner Stuttgart.

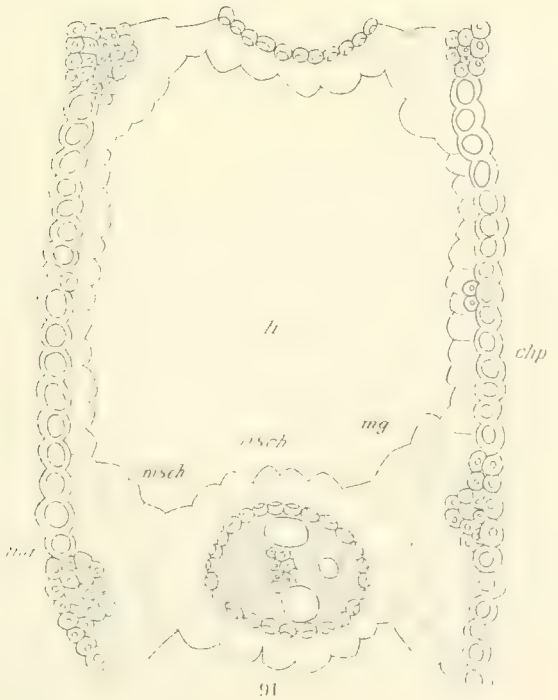
Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

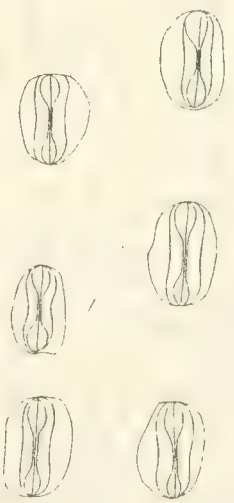






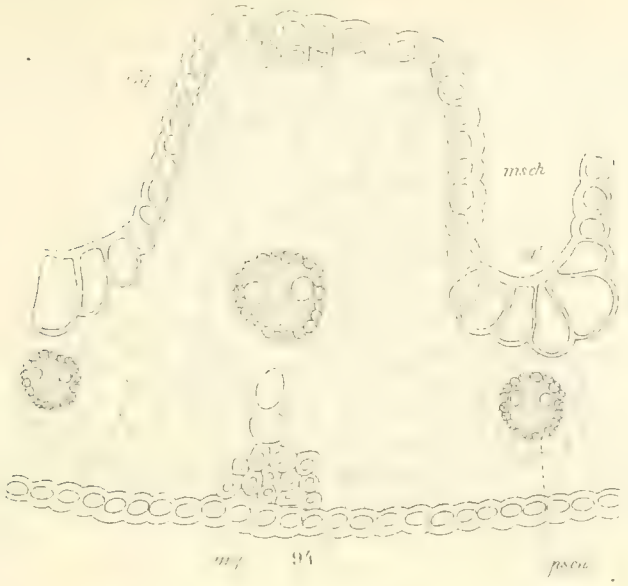


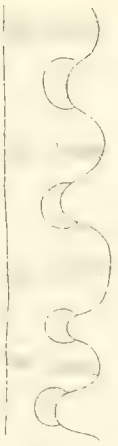


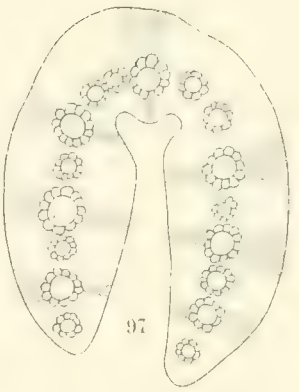


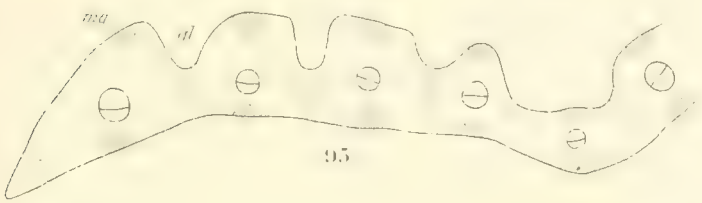
92.

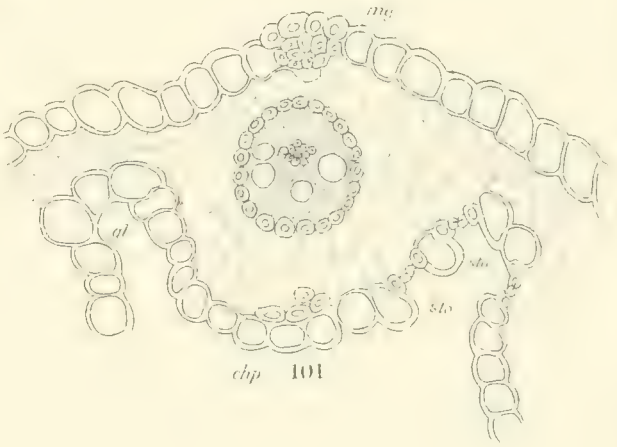
Lith v Carl Ebner Stuttgart.

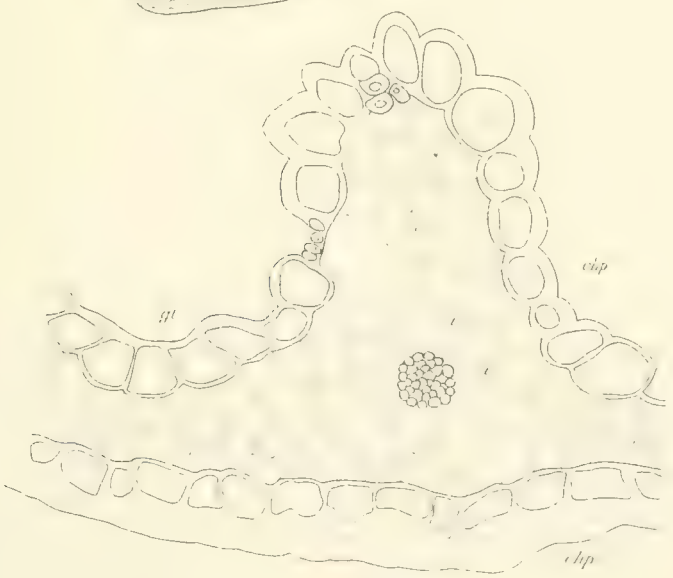


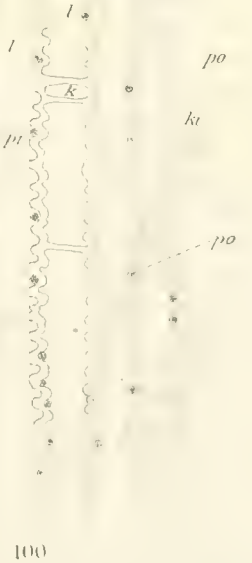

96.





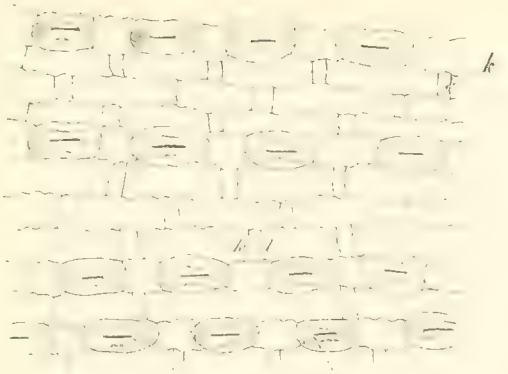




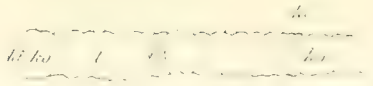


Lith. u. Chrl. Ebner Stuttgart.

102.



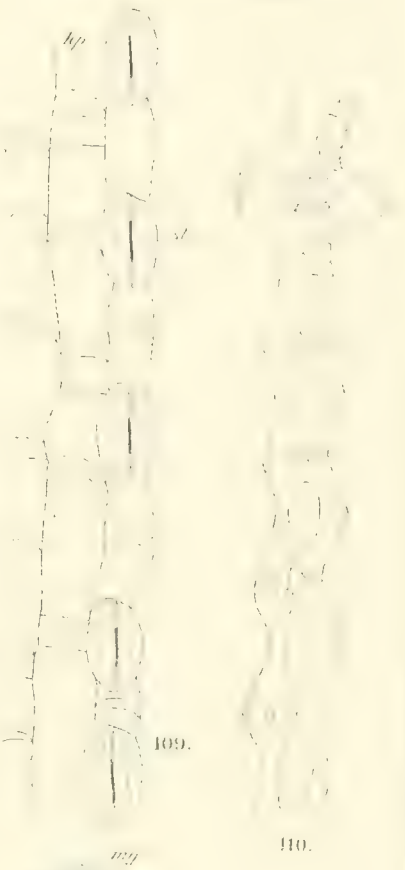
104



105.

106.

107

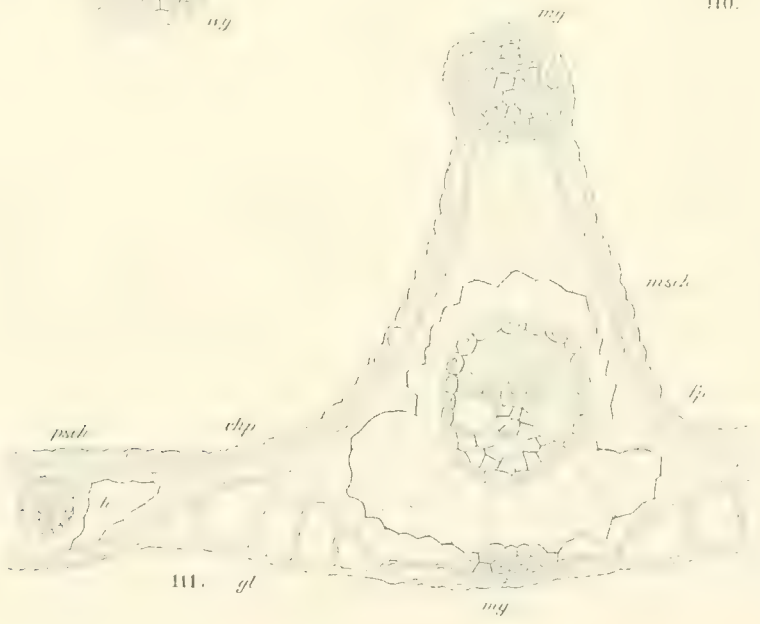


109.

110.

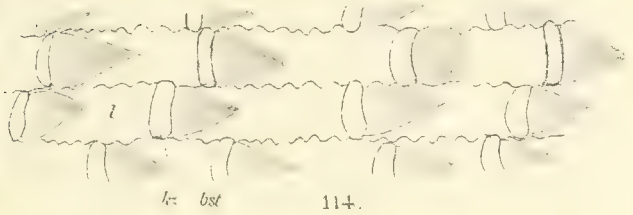
103.

108.



111.

Lith. u. Gedr. Ebner Stuttgart.

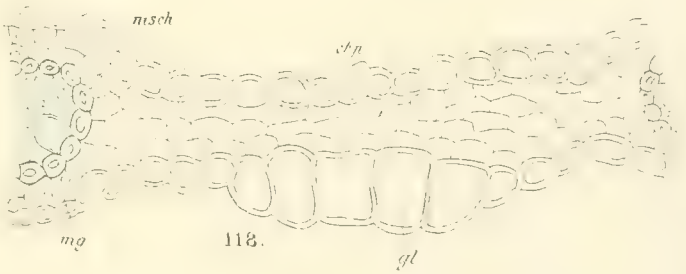


114.

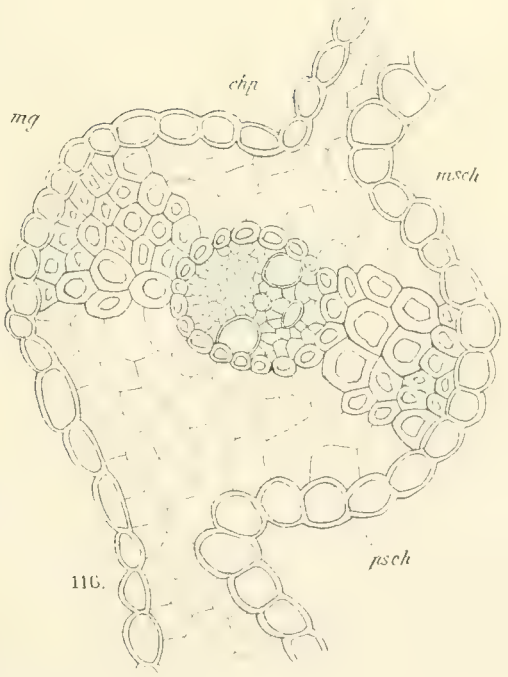
112.

115

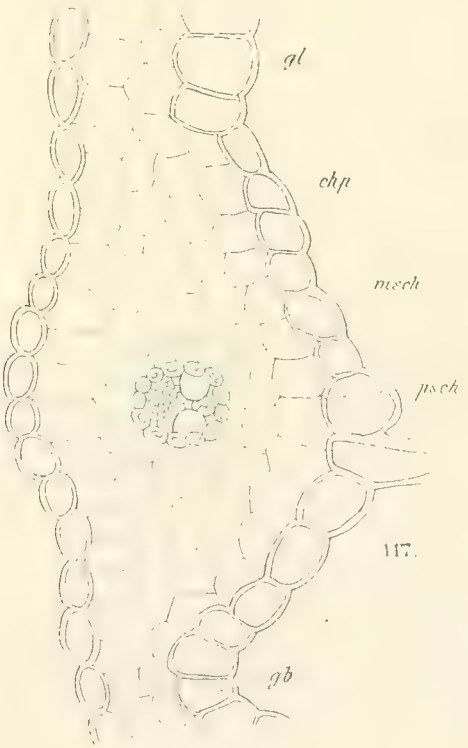
113.



118.



116.



117.

Lith v. Carl Ebner Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

Königsberg i. Pr.

Heft 64.

Wilhelm Lang:

Zur Blüten-Entwickelung der Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen.

Mit 5 Tafeln.

STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1906.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesamtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

Königsberg i. Pr.

Heft 64.

Wilhelm Lang

Zur Blüten-Entwickelung der Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen.

Mit 5 Tafeln.

STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1906.

Zur Blüten-Entwickelung

der

Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen.

Von

Wilhelm Lang

Assistenten am botanischen Institut in Hohenheim.

Mit 5 Tafeln.

STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1906.

Druck von Carl Rembold, Heilbronn a. N.

Zur Blüten-Entwickelung der Labiaten, Verbenaceen und Plantaginaceen.

Von **Wilhelm Lang,** Assistenten am botanischen Institut in Hohenheim.

Mit 5 Tafeln.

I. Labiatae.

Über die Labiaten sagt H. Baillon in seiner Histoire des plantes (pag. 26): „Cette famille est à la fois une des plus naturelles et une de celles dont les caractères ont été les plus anciennement remarqués. B. de Jussieu lui a donné en 1759 le nom de Labiatae." Aber eine natürliche Umgrenzung der Familie schließt eine reiche Mannigfaltigkeit in der Blütengestaltung der einzelnen Gattungen nicht aus, und diese Mannigfaltigkeit erst ist für eine entwickelungsgeschichtliche Untersuchung von besonderem Interesse. Dazu kommt noch, daß von der ca. 150 Gattungen umfassenden Familie der Labiaten nur ganz wenige Gattungen bis jetzt auf ihre Blüten-Entwickelung hin untersucht worden sind.

Der erste, welcher sich mit diesem Gegenstande beschäftigte, Payer, wählte zu seinen Untersuchungen die vier Gattungen *Stachys*, *Perilla*, *Lavandula* und *Salvia*. Nach ihm geht die Entwickelung etwa in folgender Weise vor sich: von den fünf Blättern des Kelches erscheint zuerst das hintere, dann treten die beiden seitlichen auf und zuletzt die beiden vorderen. Anfangs frei, vereinigen sie sich rasch an der Basis und bilden einen gamosepalen Kelch, welcher durch verschiedene Ungleichheiten der Entwickelung unregelmäßig wird. Die fünf Kronblätter alternieren mit den Kelchblättern und erscheinen von vorne nach hinten. Beim Entstehen frei, verwachsen sie später alle, aber nicht gleichzeitig; die beiden hinteren vereinigen sich fast schon beim Entstehen, während die drei vorderen einige Zeit getrennt bleiben. Durch diese Differenzierung und durch ungleiche Entwickelung bilden sie eine zweilippige Krone. Staubblätter sind ursprünglich fünf vorhanden; sie erscheinen von vorne nach hinten; bei *Stachys recta* verschwindet das hintere gleich nach der Entstehung, bei *Lavandula densa* bleibt es etwas länger erhalten. Ursprünglich frei, verwachsen sie später mit der Krone. Die Fruchtblätter werden als zwei halbmondförmige Wülste angelegt, welche sich an den Enden berühren.

Chatin hat sich nur mit der Frage über das fünfte Staubblatt befaßt und ist zu folgendem Ergebnis gekommen (Bull. de la société botan. de France, 1873): „Mes observations s'accordent avec celles de M. Payer quant à la production successive des deux étamines antérieures d'abord, des deux étamines latérales un peu plus tard. Mais l'accord cesse quant à la cinquième étamine. Je n'ai jamais vu trace de cette étamine, dont l'avortement serait, par suite, non consécutif à son apparition, mais congénital."

Payer benützte für seine Darstellung in der Hauptsache nur das allen Gattungen Gemeinsame; auf die charakteristischen Merkmale der einzelnen Gattung hat er nur gelegentlich hingewiesen.

Bei Schumann dagegen könnte man schon eher von einer vergleichenden Untersuchung reden, wenn er sich nicht auf nur zwei Arten, *Salvia glutinosa* und *Teucrium chamaedrys* beschränkt hätte. Als Fortschritt gegenüber Payer ist es wohl zu bezeichnen, daß er von jeder der beiden Arten den vollständigen Entwickelungsgang beschrieb und Gemeinsames und Verschiedenheiten bestimmt hervorhob. Ganz neu ist das Bestreben, sämtliche Vorgänge am Vegetationspunkte, die Entstehung der einzelnen Glieder der Blüte auf Grund einer bestimmten Theorie zu erklären. Die Anschluß- und Kontakt-Theorie, welche Schwendener zur Erklärung der Blattstellungen aufstellte, sucht Schumann in der Entwickelung der Blüten im Besonderen als richtig zu erweisen.

Über die Infloreszenzverhältnisse gibt uns am besten Aufschluß die bekannte Arbeit Wydlers „über die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Infloreszenzen“ (Flora, 1851).

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist eine erneute Untersuchung der Entwickelung der Blüte der Labiaten und der verwandten Familien. Zwei Punkte waren es, die den Verfasser hauptsächlich beschäftigten. Erstens die Frage, ob wirklich räumliche Verhältnisse die Gestalt der Blütenanlage, den Ort und die Form ihrer eben entstehenden Blattgebilde bestimmen. Zweitens das Problem, wie weit die Verschiedenheiten nicht bloß unter Gattungen, sondern unter den Arten einer Gattung gehen, ob nicht jede Art, wie ihre fertige Blütengestalt, so auch ihre besondere Entwickelung habe. Gerade auf diesen Umstand wurde um so mehr Nachdruck gelegt, als die Mehrzahl der bisher ausgeführten Untersuchungen über Blütenentwickelung bei typischen Vertretern einzelner Gattungen stehen bleiben.

Indem wir uns nunmehr zur Beschreibung der Untersuchungsergebnisse wenden, so sei als Einteilung der Labiaten die von A. Briquet in den „natürlichen Pflanzenfamilien von Engler und Prantl“ aufgestellte vorausgeschickt; die untersuchten Gattungen sind den einzelnen Gruppen in Klammern beigefügt.

I. *Ajugoideae (Ajuga, Teucrium).*
II. *Prostantheroideae.*
III. *Prasioideae.*
IV. *Scutellarioideae (Scutellaria).*
V. *Lavanduloideae (Lavandula).*
VI. *Stachydoideae.*

1. *Marrubieae (Marrubium).*
2. *Perilomieae.*
3. *Nepeteae (Glechoma, Nepeta, Dracocephalum).*
4.
   a) *Brunellinae (Brunella).*
   b) *Melittinae (Melittis).*
   c) *Lamiinae (Phlomis, Galeopsis, Lamium, Ballota, Stachys, Betonica.)*
5. *Glechoneae.*
6. *Salvieae (Salvia).*
7. *Meriandreae.*
8. *Monardeae (Monarda).*
9. *Hormineae (Horminum).*
10. *Lepechinieae.*
11. *Satureieae.*
    a) *Melissinae (Satureia, Melissa).*
    b) *Hyssopinae (Hyssopus).*
    c) *Thyminae (Thymus).*
    d) *Menthinae (Mentha).*
    e) *Perillinae (Perilla).*
12. *Pogostemoneae (Elsholtzia).*

VII. *Ocimoideae.*

1. *Hyptidinae (Hyptis).*
2. *Plectranthinae (Plectranthus, Coleus).*
3. *Moschoschminae (Ocimum).*

VIII. *Catopherioideae.*

Ajuga reptans. (Taf. I, Fig. 1—6.)

Um uns über Lage und Größenverhältnisse der jüngsten Anlagen orientieren zu können, dürfen wir uns nicht auf Oberflächenansichten des Scheitels nebst dessen ersten Ausgliederungen beschränken; denn hier läßt sich mit Sicherheit nur der genau kreisförmige Grundriß des primären Scheitels und der Umriß der ersten Blattanlagen feststellen; aber schon diese ersten, gegenständigen Anlagen der Blätter verdecken nicht nur einen großen Teil der tiefer liegenden Tragblätter, sondern auch, und zwar vollständig, deren Achselknospen. Ebenso lassen seitliche Ansichten nur ausnahmsweise alle Linien mit genügender Schärfe und Klarheit hervortreten. Deshalb wird es notwendig, Schnitte zu Hilfe zu nehmen, und zwar in erster Linie Längenschnitte, welche den Stamm halbieren und durch die Mediane des Tragblattes gehen. Hat man beide Hälften unter das Deckglas verbracht, so läßt sich leicht erkennen, ob der Schnitt vollständig median geführt ist, zumal da sich die Objekte nunmehr beliebig drehen lassen; man hat nur, durch Einschieben eines widerstandsfähigen Körpers zwischen Deckglas und Objektträger, dafür zu sorgen, daß auf die Objekte kein Druck ausgeübt werden kann.

Nach diesen Vorbemerkungen wenden wir uns zur Betrachtung eines blütenbildenden Sprosses im Längendurchschnitte. Der primäre Scheitel ist mäßig gewölbt; seitlich vorspringende Höcker, die ersten Tragblattanlagen, schließen sich an, ohne zunächst gegen den Scheitel scharf abgesetzt zu sein. Nach einiger Zeit wachsen sie in die Höhe; dadurch kommt zwischen Scheitel und Tragblatt ein Winkel zustande, welcher bei fortschreitendem Wachstume sich mehr und mehr zuspitzt. Doch schon zu einer Zeit, wo dieser Winkel noch mehr als 45° beträgt, tritt an dem halbkreisförmig gewordenen Scheitel direkt über dem Tragblatte eine seitliche Wölbung hervor. Das junge Gebilde gelangt allmählich in die Blattachsel, und durch die zunehmende Wölbung entsteht zwischen Achselsproß und Scheitel ein spitzer Winkel. Hat der junge Sproß im Längendurchschnitte halbkreisförmigen Umriß erlangt, so fällt dessen Halbierungslinie mit der Halbierungslinie des Winkels zusammen, welchen das Tragblatt mit dem Stengel bildet. Die Hauptwachstumstendenz aber entspricht nicht dieser Richtung, vielmehr wird weiterhin die gegen die Achse zu gelegene Hälfte bevorzugt; in diesem ungleichen Wachstum des jungen Blütensprosses tritt die Zygomorphie bereits klar zu Tage. Der Sproß zeigt jetzt im Querschnitte regelmäßig elliptischen Umriß, wobei der große Durchmesser der Ellipse auf der Medianebene des Tragblattes senkrecht steht; im Aufrisse, um einen Ausdruck der Geometrie zu benützen, erhalten wir annähernd einen Halbkreis. Von einer Anlage der Vorblätter ist in diesem Alter noch nichts zu sehen.

Ehe an dem Achselsprosse eine weitere Differenzierung sich erkennen läßt, nimmt er bedeutend an Umfang zu; sodann werden die Anlagen der Vorblätter und des ersten Kelchblattes, zu gleicher Zeit, sichtbar. Die Grenze zwischen Sproßscheitel und Vorblättern tritt im Querschnitte noch nicht deutlich hervor, im Aufrisse dagegen stellen die letzteren seitliche Wölbungen rechts und links am Grunde des Blütenkörpers dar. Der Scheitel selbst zeigt jetzt kreisrunden Querschnitt mit der Andeutung einer Ecke an dem der Achse zu gelegenen Ende der Mediane. Der junge Sproß steht ringsum frei in der Blattachsel, eine Beobachtung, welche wir an Objekten, die nicht durch Schneiden verletzt wurden, machen können. Aber auch die Schnitte geben die Lageverhältnisse richtig wieder; sie sind sämtlich mit einer fein geschliffenen Skalpellnadel geführt worden, in der Richtung vom Tragblatte gegen die Achse. Wollte man also annehmen, durch das Schneiden seien geringfügige Veränderungen in der gegenseitigen Lage der einzelnen Glieder bewirkt worden, so müßte sich dies vor allem darin äußern, daß der Blütensproß gegen den Stamm gedrückt wäre. Doch ist zu bedenken, daß das lebende Material vermöge der ihm innewohnenden Elastizität den geringen, durch die Nadel ausgeübten Druck auszugleichen vermag.

Die weitere Entwickelung nimmt nun folgenden Verlauf: nach der Anlage des ersten Kelchblattes entstehen, rechts und links, rasch zwei weitere, die beiden seitlichen hinteren Anlagen (Taf. I, Fig. 3). Diese beiden Ausbuchtungen stehen nicht getrennt neben der des ersten Blattes, sondern sind von Anfang an mit demselben durch einen gemeinsamen basalen Teil verbunden, welcher nur dadurch von den Kelchblattanlagen sich unterscheidet, daß er weniger stark gewölbt ist. Zur gleichen Zeit erscheinen auch an der Basis des Sprosses, ebenfalls rechts und links, in den Achseln der wenig entwickelten, transversalen Vorblätter die Anlagen der Seitenblüten. Der Scheitel ist jetzt noch mehr abgeflacht, überragt aber bedeutend den Wall der drei Kelchblätter; der Querschnitt zeigt hinten die drei Ecken[1] der Kelchblätter, vorne dagegen noch halbkreisförmige Rundung. Zuletzt treten auch vorne zwei stumpfe Ecken auf, die Anlagen der beiden vorderen Kelchblätter; sie sind sowohl unter sich als auch mit den hinteren Kelchzipfeln verbunden, so daß der ganze Kelch nunmehr aus einem auf gleicher Höhe verlaufenden Ringwall besteht mit fünf vorspringenden Ecken entsprechend den fünf Kelchzipfeln.

Das Wachstum der einzelnen Blätter entspricht weiterhin nicht der Reihenfolge der Anlegung; das innere Kelchblatt wird von den beiden seitlichen rasch überholt; und ebenso zeichnen sich die letzteren den vorderen gegenüber durch stärkeres Wachstum aus. In einigen Fällen blieb das hintere Kelchblatt fast ganz zurück. Erst spät beginnen die gerade abstehenden Zipfel aufwärts zu wachsen; zur Zeit, wo die Staubblätter bereits kleine Hügel bilden (Taf. I, Fig. 6), stellen die Kelchblätter kleine Lappen dar, welche noch nicht einmal die Höhe der inneren Teile der Blüte erreicht haben. Die eigentliche Deckung der Glieder der Blüte findet sehr spät statt.

Um die Bildung der Blumenkrone in ihren ersten Stadien verfolgen zu können, müssen wir nochmals auf jenen Sproß zurückkommen, welcher nur eben den Kelch angelegt zeigt; wir benützen wieder den medianen Längendurchschnitt (Taf. I, Fig. 5). Der Scheitel ist fast eben geworden und gegen das hintere Kelchblatt scharf abgesetzt, während noch kurz vorher Scheitel und Kelchblatt durch keinen Einschnitt getrennt waren. Eine weitere Vergleichung dieser beiden, zeitlich rasch aufeinander folgenden Zustände zeigt, daß jene Veränderung fast ausschließlich durch das Wachstum des Scheitels an der dem Stengel zugekehrten Seite bewirkt wurde; an dem Kelchblatte ist so gut wie keine Veränderung wahrzunehmen. Der gleiche Vorgang wiederholt sich, der Reihe nach, zu beiden Seiten und vorne; durch diese stufenweise Entwickelung erhalten wir einen fünfseitigen Sockel, dessen stumpfe Ecken den Lücken zwischen den Kelchblättern gegenüberliegen. Die innere, kürzeste Seite, welche senkrecht zur Medianebene der Blüte steht, ist durch eine schwache Einbuchtung in ihrer Mitte ausgezeichnet; die ihr gegenüberliegende vordere Ecke ist etwas mehr abgerundet als die anderen. Die Kronblätter werden also, ebenso wie die Kelchblätter, absteigend angelegt.

Kaum ist aber der fünfeckige Sockel ganz flach geworden, so wölben sich wieder neue Hügel an seiner Oberfläche hervor, dieses Mal gerade den Kelchblättern gegenüber; nur der Raum vor dem inneren Kelchblatte bleibt leer, so daß wir im ganzen vier Hügel haben, die Anlagen der vier Staubblätter. Sie entstehen gleichzeitig (Taf. I, Fig. 5), dem Mittelpunkte des Scheitels etwas näher gerückt als die Kronblattzipfel; ihr Querschnitt ist elliptisch, wobei der große Durchmesser der Ellipse der Seite des Fünfecks parallel geht. Da das hintere Staubblatt ausbleibt, so werden die seitlichen Hügel durch eine breite Lücke getrennt; nur etwa halb so groß ist der Abstand zwischen den beiden vorderen, und die Zwischenräume, welche das vordere von dem hinteren Hügelpaar trennen, sind noch unbedeutender. Weiterhin zeigen die vier Anlagen gleich rasches Wachstum.

Die Entwickelung der Kronblattanlagen schreitet, verglichen mit der der Staubblätter, langsam fort. Zunächst bemerken wir auf Schnitten geringe seitliche Wölbungen an dem Orte der späteren Blattzipfel; bald darauf tritt Hügelbildung ein. Die beiden inneren Blätter sind so vollständig miteinander verwachsen, daß nur eine seichte Einsenkung noch auf den getrennten Ursprung hinweist. Die seitlichen Zipfel stellen schmale Läppchen dar, während das vordere Blatt wieder breiter ist. Später zeigt

[1] Die Bezeichnung „Ecken“ für die Anlagen der Kelch- und Kronblätter ist von der Fünfeckform von Kelch und Krone hergeleitet; richtiger wäre: stumpfe oder abgerundete Ecken.

das letztere, entgegen der Anlagefolge, das stärkste Wachstum, wobei eine kleine Einbuchtung erscheint, wie sie Baillon in seiner „Histoire des plantes“ bei der fertigen Blüte an dem mittleren Lappen der Unterlippe abgebildet hat.

Der nach Anlage der Staubblätter flachgewordene Scheitel wölbt sich noch einmal, um die letzten Glieder der Blüte, die beiden Fruchtblätter zu bilden. Sie entstehen in der Mitte des Scheitels als kleine Wülste von halbkreisförmiger Gestalt und sind in der Art angeordnet, daß sie zusammen einen Kreis bilden und in die Mediane der Blüte fallen.

Aus der weiteren Entwickelung der Blüte soll noch hervorgehoben werden, daß die Staubblätter schließlich die ursprünglich vorhandenen Zwischenräume fast ganz ausfüllen; dabei findet zwischen den beiden vorderen enge Berührung statt, während die anderen noch durch kleine Lücken getrennt werden. Die beiden vorderen Hügel zeigen an den Berührungsstellen flache Seiten; es liegt nahe, diese Abflachung auf den gegenseitigen Druck zurückzuführen. Doch die vorderen Staubblätter besitzen an den Stellen, welche den hinteren Hügeln gegenüberliegen, dieselben flachen Seiten, und ganz die gleiche Gestaltung haben die inneren Staubblattanlagen erfahren, welche, wie schon erwähnt, noch ringsum frei dastehen. Außerdem fragt es sich, ob selbst bei jener tatsächlichen Berührung von einem Druck gesprochen werden kann, welchen die beiden Anlagen aufeinander ausüben.

Die Gestaltung der Blumenblätter erfolgt weiterhin in der Weise, daß das untere Blumenblatt selbst die hinteren Staubblätter zum größten Teil überdeckt; die seitlichen Blätter legen sich über das untere, welches auch von den beiden inneren, am weitesten zurückgebliebenen Blättern ein wenig bedeckt wird. Über den Umriß der ganzen Blüte ist noch zu erwähnen, daß zur Zeit der Anlage des Kelches der obere Teil breiter ist, bei der Bildung der Krone dagegen der untere. In beiden Vorgängen kommt wiederum die zygomorphe Gestaltung zum Vorschein.

Teucrium. (Taf. I, Fig. 7—16.)

Die Entwickelung der Blüten bei der Gattung *Teucrium*, speziell bei *T. chamaedrys*, hat K. Schumann untersucht; auf die Abweichungen seiner Darstellung werden wir am Schlusse der eigenen Untersuchung zurückkommen.

Der primäre Scheitel ist bei *T. chamaedrys* stärker gewölbt als bei *Ajuga;* er wird bei Anlegung des Tragblattpaares fast flach, ähnlich wie es Fig. 9 für die Anlage der Vorblätter am Blütensprosse zeigt. Wenn die Tragblattanlagen eine gewisse Breite erlangt haben (Taf. I, Fig. 7), wölben sie sich, ebenso wie der Scheitel empor; dabei halten Scheitel und Tragblätter gleichen Schritt, so daß die nunmehr hervortretende Wölbung des Achselsprosses vom Tragblatte vollständig bedeckt wird. Die Anlage des Blütensprosses beansprucht ein größeres Stück des Scheitels als dies bei *Ajuga* der Fall war. Das junge Gebilde nimmt bedeutend an Umfang zu, ehe es in die eigentliche Blattachsel rückt (Taf. I, Fig. 8); aber auch später ist der größere Teil der Basis des Achselsprosses mit dem Stengel verwachsen. Die seitlichen Wölbungen der Vorblattanlagen treten zuerst auf (Taf. I, Fig. 9); da aber der Scheitel auch in der Richtung der Mediane an Umfang gewonnen hat, so erscheint im Querschnitte, trotz der Anlegung der Vorblätter, die Ellipse weniger langgestreckt als vorher (Taf. I, Fig. 9 a).

Der innere Teil des Scheitels ist hier, wie ein Vergleich der Längendurchschnitte zeigt, noch mehr im Wachstum bevorzugt; deshalb gewährt es auch den Anschein, als ob der höchst gelegene Teil des Scheitels bei der Kelchbildung in dem hinteren Kelchblatte aufgehe. In Wirklichkeit entspricht die Anlage des ersten Kelchblattes genau dem, was wir bei *Ajuga* gefunden haben; nur ist zu beachten, daß der junge Sproß von *Teucrium* in Taf. I, Fig. 10 nur wenig weiter ist in der Entwickelung als der entsprechende von *Ajuga*.

Die Vorblätter sind auch jetzt nur im Aufrisse an der Sproßbasis, zu beiden Seiten, zu erkennen; ihre Ausdehnung ist so gering, daß sie im Querschnitte nicht als besondere Glieder am Sprosse hervortreten. Späterhin nehmen sie kaum mehr an Größe zu, so daß man bloß noch von einer Anlegung der Vorblätter sprechen kann, denen die Weiterentwickelung versagt ist.

Über der Ansatzstelle dieser Vorblätter bleiben die Seitenblüten aus; statt dessen tritt vorne an der Basis des stark in die Länge gewachsenen Sprosses die Anlage einer weiteren Blüte hervor. Sie zeigt die gleichen Lageverhältnisse wie die erste, d. h. der große Durchmesser der Ellipse des jungen Sprosses steht ebenfalls senkrecht auf der Medianebene des Tragblattes. In der gleichen Richtung können noch mehrere Blütenanlagen folgen, die hier also seriale Anordnung der Blüten zeigen. Die zeitliche Aufeinanderfolge ist in der Art geregelt, daß die Anlegung des ersten Kelchblattes und die Hervorwölbung des nächsten Sprosses zu gleicher Zeit vor sich gehen.

Auf das erste Kelchblatt folgen rasch die beiden seitlichen, und im gleichen zeitlichen Abstande die beiden vorderen Kelchblätter. Sind die letzteren eben sichtbar geworden, so haben wir im Querschnitte wieder das Fünfeck, dessen stark abgerundete Ecken alle auf gleicher Höhe stehen, unter sich bereits wieder verbunden durch einen im Durchschnitte eben wahrnehmbaren Wall. Das hintere Blatt springt am weitesten vor und beginnt gerade zu der Zeit in die Höhe zu wachsen, da der Scheitel, welcher während der Anlegung des ersten Kelchblattes fast flach geworden war, sich wieder emporwölbt. Da diese Wölbung zunächst gleichmäßig erfolgt, so gleicht er vor Beginn der Kronblattbildung einer kreisrunden Kuppe von mäßiger Höhe. Bald aber treten die beiden inneren Ecken des Kronensockels auf, indem wiederum der dem Stamme zugekehrte Teil des Scheitels im Wachstume bevorzugt wird. Weiterhin folgen die seitlichen Anlagen und zuletzt die vordere, breit und stark abgerundet. Die Einbuchtung zwischen den inneren Ecken ist kaum angedeutet.

Nachdem das innere Fünfeck gebildet ist, bleibt der Scheitel für kurze Zeit ganz eben; sodann werden vorne zwei Wölbungen von fast kreisrundem Querschnitte sichtbar (Taf. I, Fig. 13), die Anlagen der vorderen Staubblätter. Gleichzeitig läßt der Längendurchschnitt an der Stelle der vorderen Ecke eine Ausbuchtung nach der Seite erkennen. Diese seitliche Wölbung tritt bei den anderen Ecken erst später auf, also eilt nunmehr das vordere Kronblatt im Wachstum voran; später ist der Unterschied zwischen dem vorderen und den beiden hinteren, tief gespaltenen Blättern nicht mehr bedeutend, nur die seitlichen bleiben gegen die anderen etwas zurück. Der Kelch überragt zur Zeit der Anlegung der vorderen Staubblätter bereits den Scheitel. Die Anlagefolge ist an ihm noch zu erkennen, obwohl die Unterschiede mehr und mehr ausgeglichen werden; das hintere Blatt allein zeichnet sich vor den anderen immer durch seine Breite aus. Bald nach den vorderen Staubblatthügeln treten die kleineren hinteren Anlagen auf; unmittelbar darauf beginnt eine gleichmäßige Emporwölbung sowohl der Kronblattanlagen als auch des Scheitels. Durch letztere wird die Anlegung der beiden Fruchtblätter eingeleitet, welche wieder als halbmondförmige Wülste in der Mediane der Blüte auftreten. Später füllt das innere Fruchtblatt die breite Lücke aus, welche zwischen den hinteren Staubblatthügeln vorhanden war; dabei wurde beobachtet, daß das vordere Fruchtblatt etwas größer ist.

Was den Umriß der Blüte betrifft, so ist die Blütenanlage nach der Bildung des Kelches in der Medianrichtung stark verlängert; später, nach dem Auftreten der Staubblatthügel ist die Form der Blüte mehr breit, um schließlich fast kreisrund zu werden.

Hören wir jetzt Schumann (pag. 432): „Die Entwicklung der Blüte von *Teucrium chamaedrys* ist folgende. Das Primordium entsteht zwischen dem Tragblatte und der zunächst vorausgehenden Blüte; die ganze Spezialinfloreszenz in der Blattachsel ist also eine seriale Schar. Es ist sehr stark von vorne nach hinten zusammengedrückt und bringt dieser Form gemäß zwei kleine seitliche Zipfelchen hervor, die im Vereine mit dem Scheitel die drei ersten Sepalen werden. Während sich das Primordium vorn hebt, so daß die schiefe Ebene an seinem Scheitel entsteht, treten die Kelchblätter auseinander und die lateralen stellen sich etwas nach vorn. Die zwei Vordersepalen treten dann auf und auch im übrigen wird der Modus, den ich bei *Salvia* nachgewiesen habe, innegehalten mit dem Unterschiede, daß die Rückseite des Blütenkörperchens von den drei hinteren minder eng und hoch verbundenen Kelchblättern weniger weit bedeckt ist, daß die vorderen Staminalkalotten kleiner sind, wodurch für die Anlage des zweiten Paares ein erheblich größerer Raum ausgespart wird.“ Diese Darstellung stimmt, vom ersten Satze abgesehen, mit unserer Untersuchung nirgends überein. Wenn Schumann sagt, der junge Sproß sei stark zusammengedrückt u. s. w., so kommt man unwillkürlich

zu der Vorstellung, als seien bei diesen Vorgängen äußere Kräfte wirksam. Wir haben gefunden, daß der Sproß ringsum frei in der Blattachsel steht. Die Vorblattrudimente hat er nicht beobachtet, wir nicht, daß die Kelchblätter auseinandertreten. Auch die vier zugehörigen Abbildungen sind mit unsern Befunden nicht in Einklang zu bringen. In Fig. 27 und 28, Taf. IX, ist der Altersunterschied der beiden aufeinanderfolgenden Blüten viel zu groß. Einen Kelch, wie in Fig. 29, finden wir später wohl bei anderen Gattungen, nie aber das vordere Blumenkronblatt schmäler als einen der hinteren Zipfel. Die Verschobenheit der Fig. 1 auf Taf. X ist wohl auf Rechnung der Perspektive in der Zeichnung zu setzen.

Über die Stellung der Blüten nach der Entfaltung schreibt Schumann (pag. 432): „Die Blüten sind in der blühenden Spezialinfloreszenz dergestalt angeordnet, daß alle genau in derselben Ebene inseriert sind. Auch zur Blütenzeit bleibt diese Stellung erhalten, und wenn durch eigentümliche Bewegungen in den Stielchen die Blüten alle nebeneinander in gleicher Höhe und einheitlicher Richtung der Corollen zum Horizonte ungefähr einen Halbkreis um den Stengel bilden, so sind doch die Stielchen selbst nicht aus ihrer ersten Stellung verschoben, wie sich Wydler anzunehmen berechtigt glaubte.“ Daß Wydler geglaubt hat, auch die Insertion der Blüten erleide eine Verschiebung, ist nach Flora, 1851, pag. 419 nicht wahrscheinlich: „Abweichend von der oben beschriebenen Norm des Blütenstandes der *Labiatae* ist derselbe bei den Gattungen *Origanum* und *Teucrium*. Bei manchen Arten der letzteren Gattung, z. B. bei *T. botrys*, *chamaedrys*, *flavum* stehen mehrere einzelne Blüten in einer Reihe untereinander, zur Blütezeit werden sie einseitswendig und kommen in eine horizontale Ebene zu stehen.“

Um zu sehen, wie weit die Verschiedenheit in der Entwickelung bei einzelnen Arten derselben Gattung geht, wurde noch *T. botrys* zur Untersuchung herangezogen. Im großen Ganzen beobachten wir hier den gleichen Entwickelungsgang wie bei *T. chamaedrys*, mit dem Unterschiede, daß nicht bloß die fertige Blüte, sondern schon die jüngsten Anlagen bedeutend kleiner sind. Der junge Blütensproß wird auch hier als ein langgestreckter Wulst angelegt, nicht als kreisförmiger Hügel. Sehr früh werden die Vorblattanlagen sichtbar, wobei die Ellipse mehr langgestreckt ist als bei *T. chamaedrys;* der Scheitel ist bald nach Anlegung der Vorblätter stark gewölbt. Die Bildung des Kelches zeigt keine Abweichungen; nur das innere Blatt eilt anfangs im Wachstum noch mehr voran, und später ist die Spaltung zwischen den einzelnen Kelchblättern tiefer; außerdem ist das hintere Blatt nur wenig breiter als die seitlichen. Die Anlagefolge von Kron-, Staub- und Fruchtblättern entspricht dem bei *T. chamaedrys* Gefundenen. Bei dem inneren Fünfecke ist die hintere Seite sehr lang; die Einbuchtung tritt deutlich hervor und später zeigen die inneren Kronblätter einen tieferen Einschnitt als bei *T. chamaedrys*. Die große Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln wird erst sehr spät durch den Fruchtknoten ausgefüllt. Im Wachstum der beiden Fruchtblätter ist kein Unterschied zu bemerken.

Die weitere Gestaltung der Blüte von *T. botrys* wie auch von *T. chamaedrys* stimmt mit der bei *Ajuga* beschriebenen überein.

Scutellaria alpina. (Taf. I, Fig. 17—22.)

Schon in den jüngsten Stadien von *Scutellaria alpina* lassen sich kleine Abweichungen von dem bisher Gefundenen beobachten. Bald nach dem Sichtbarwerden der Tragblätter wölben sich die Achselsprosse hervor, welche sehr rasch in die Blattachsel einrücken. Sie wachsen schnell heran und überragen noch die Tragblätter, wenn der elliptische Umriß schon deutlich wahrgenommen werden kann. An den beiden Enden des großen Durchmessers der Ellipse treten dann die Vorblattanlagen auf als seitliche Wölbungen; dabei wird der ursprünglich hochgewölbte Scheitel fast flach, erhebt sich aber rasch wieder.

Ehe die Kelchbildung beginnt, ist der Querschnitt des Scheitels elliptisch, der große Durchmesser steht senkrecht zur Medianrichtung. An dieser Ellipse treten nach rückwärts, zu beiden Seiten der Mediane, zwei stumpfe Ecken hervor, die Anlagen der seitlichen, hinteren Kelchblätter. An der Stelle des ersten Kelchblattes ist nur mehr der Wall übrig geblieben, der die beiden seitlichen verbindet; er läßt sich fast zur gleichen Zeit wie die Ecken beobachten. Etwas später werden auch die vorderen Kelchblattanlagen sichtbar, welche weniger weit auseinandergerückt sind als die beiden hin-

teren. Alle vier wölben sich tief am Scheitel heraus; diese tiefe Insertion ist schon in der Anlage begründet und kommt nicht dadurch zustande, daß der Scheitel nach Anlegung der Kelchblätter sich emporwölbt. Eine Vergleichung der Durchschnitte zeigt, daß der Sockel, welchen der Scheitel nach der ersten Andeutung der Kelchblattanlagen darstellt, fast die gleiche Höhe erreicht wie zur Zeit der Fruchtblattbildung. Zunächst entwickeln sich die Kelchblätter rasch zu ansehnlichen, seitlich abstehenden Zipfeln; von da ab rücken sie nur langsam weiter. Dagegen verwachsen das vordere und das hintere Kelchblattpaar so vollständig, daß man nur ein oberes und ein unteres Kelchblatt mit abgeschnittener Spitze vor sich zu haben glaubt. In einzelnen Fällen wurde auch eine Spur von dem rückgebildeten hinteren Kelchzipfel wahrgenommen (Taf. I, Fig. 19, 21). Die Vorblätter erreichen nur geringe Ausdehnung; Anlagen von Seitenblüten wurden selten und nur in ihrer Jugend beobachtet.

Bei der weiteren Entwickelung tritt an dem elliptischen Umrisse des Scheitels nach vorne eine stumpfe Ausbuchtung hervor, die Anlage des vorderen Blumenblattes; ihr folgen die Ecken der beiden inneren Blätter, während die Seiten am längsten die Rundung der ursprünglichen Ellipse bewahren. Dieses stufenweise Fortschreiten in der Entwickelung läßt sich bei unserer Art besonders schön beobachten, während sonst sich bei Gliedern desselben Kreises ein Unterschied in der Anlagefolge nur schwer erkennen läßt. Die ungleiche Gestaltung der seitlichen Blattanlagen in Taf. I, Fig. 19 stellt eine Ausnahme dar.

Ist das Fünfeck der Krone zustande gekommen, so erheben sich das vordere und etwas später auch das hintere Staubblattpaar. Zwischen diesem ersten Auftreten der Staubblatthügel und dem Sichtbarwerden der von Anfang an gleichmäßig ringförmig verwachsenen Fruchtblätter liegt dann wieder ein größerer Zeitraum. Der Scheitel blieb von der Anlegung des Kelches an bis kurz vor dem Erscheinen der Fruchtblätter in gleicher Weise abgeflacht; der ganze Blütenkörper aber hat sich während dieser Zeit in der Medianrichtung bedeutend verlängert. Staub- und Blumenblätter entwickeln sich der Anlagefolge entsprechend; die Einbuchtung zwischen den inneren Kronblättern zeigt sich erst spät (Taf. I, Fig. 21). Der große Abstand zwischen den hinteren Staubblatthügeln, sowie der bedeutende Raum zwischen Fruchtknoten und inneren Kronblättern erhält sich sehr lange (Taf. I, Fig. 20—22).

Lavandula. (Taf. II, Fig. 1—6.)

Payer hat in sieben Abbildungen die Entwickelung bei *Lavandula densa* von der Anlage des Kelches bis zur Bildung des Fruchtknotens dargestellt; im Texte erwähnt er *Lavandula* nur wegen der Staubblätter. Da von dieser Art kein Material zu bekommen war, so wurden zur Untersuchung zwei bekanntere Arten, *L. vera* und *L. spica* benutzt.

Auf den jüngsten Entwickelungsstufen erhalten wir bei *Lavandula vera* keine von dem bisher Gefundenen abweichenden Bilder; immer ist genügend Raum vorhanden gegen den Stengel wie gegen das Tragblatt. Der junge Sproß ist schon stark gewölbt, ehe er in die Blattachsel rückt. Die Ausbuchtung des ersten Kelchzipfels tritt an der höchsten Stelle des Scheitels hervor; dieser selbst ist nur mäßig gewölbt. Gleichzeitig mit dem Kelchblatt werden die Vorblätter angelegt und noch vor den seitlichen Kelchblättern die Seitenblüten. In rascher Folge werden dann die seitlichen und die vorderen Kelchblattanlagen sichtbar. Der hintere Zipfel, welcher verhältnismäßig schmal ist, hat indessen eine bedeutende Höhe erreicht; er eilt den andern auch weiterhin stark voraus, so daß er schließlich alle vier überdeckt, während zwischen den seitlichen und den vorderen weder in der Breite noch in der Höhe ein nennenswerter Unterschied besteht.

Der Scheitel, welcher nach Anlegung des Kelches fast flach geworden war, beginnt sich stark zu wölben, wird aber wieder ganz eben, sobald gegenüber den Lücken zwischen den Kelchblättern die Kronblattanlagen erscheinen. Die innere Seite des so zustande gekommenen Fünfecks ist sehr kurz, die anstoßenden Seiten am längsten. Blumen- und Staubblätter wölben sich annähernd gleichzeitig in die Höhe, so zwar, daß bei den Blumenblättern absteigende, bei den Staubblättern aufsteigende Entwickelung noch wahrgenommen werden kann. Da der Scheitel während dieser Vorgänge flach geblieben ist, so er-

scheint das Zentrum der Blüte eingesenkt (Taf. II, Fig. 4); nach kurzer Zeit erhebt er sich dann noch einmal zur Bildung der Fruchtblätter.

Über die Gestalt der Blüte und ihrer Teile soll noch folgendes beigefügt werden. Die beiden hinteren Kronblätter sind tief gespalten, jeder Zipfel etwa so groß wie einer der seitlichen, das vordere Blatt dagegen breiter. Später weicht der Umriß des Kronfünfecks von der gewöhnlichen Form ab, indem das breite vordere Blatt die Basis, und die Verbindung der beiden inneren Blätter die Spitze des Fünfecks bilden; dabei verschwinden die beiden vorderen Seiten und die inneren Kronblätter stellen zwei Seiten dar. Die vorderen Staubblätter haben elliptischen Grundriß; die hinteren sind kleiner und mehr kreisrund. Der Abstand zwischen dem inneren Hügel beträgt etwas mehr als das Doppelte von dem zwischen dem vorderen; außerdem ist das innere Fruchtblatt durch eine breite Lücke von dem Verbindungswalle der beiden hinteren Blumenblätter getrennt (Taf. II, Fig. 5, 5 a).

Von einer fünften Staubblattanlage wurde weder bei *L. vera* noch bei *L. spica* die geringste Spur beobachtet. Die Bemerkung P a y e r s, dieses Staminodium betreffend: „dans la *Lavandula densa*, sans persister très longtemps, elle dure cependant davantage" kann durch das negative Ergebnis unserer Untersuchung nicht widerlegt werden, da selbst bei nahe verwandten Arten, wie wir später sehen werden, gerade in diesem Punkte ganz bedeutende Abweichungen vorkommen können. Es ist nur zu bedauern, daß P a y e r nicht gerade eine solche Blüte abbildet, zumal da er drei Zeichnungen von Blüten in dem entsprechenden Alter bringt. Auffallend ist auch, daß er bei zweien von diesen, bei Fig. 29 und Fig. 30, die verwachsenen hinteren Kronblätter mit der bekannten Einbuchtung versieht, während die älteste von den drei Blütenknospen (Fig. 31) statt zwei Zipfeln nur mehr einen zeigt. In der Erklärung der Abbildungen bemerkt er dazu: „les deux pétales postérieurs sont connés depuis longtemps et semblent ne plus former qu'un seul pétale." Die Vermutung liegt nahe, daß P a y e r in Fig. 31 einen abnormalen Zustand abgebildet hat, da bei sämtlichen untersuchten Labiaten ein ähnlicher Fall nicht gefunden wurde.

Marrubium vulgare. (Taf. II, Fig. 7 u. 8.)

Die ersten Entwickelungsstufen von *Marrubium vulgare* bringen nichts Neues. Das zuerst entstandene hintere Kelchblatt wird von den anderen rasch eingeholt, auch später ist der Größenunterschied nicht bedeutend. Der fünfeckige Sockel, welcher vom Scheitel bei Bildung der Krone dargestellt wird, ist vom Kelche schon überdeckt, ehe die Staubblatthügel entstehen. Das Kronfünfeck erscheint gleich nach dem Sichtbarwerden in der Richtung der Mediane stark verkürzt; später, nach dem Auftreten der Staubblätter, zeigt die Blütenanlage die gewöhnliche Form. Kronblätter und Staubblätter lassen aufsteigende Entwickelung erkennen, obwohl die Unterschiede in der Zeit und in der Größe der Anlagen fast verschwindend sind. Nur bei der Krone machen sich später Verschiedenheiten bemerklich in der Art, daß die beiden inneren, tief eingeschnittenen Blätter voraneilen und die seitlichen sehr zurückbleiben. Die Fruchtblätter werden zu gleicher Zeit angelegt und bilden einen mächtigen Sockel. Zu beachten ist hier wieder die große Lücke, welche zwischen den beiden hinteren Staubblättern einerseits und zwischen Fruchtblatt und inneren Blumenblättern andererseits frei gelassen wird.

Glechoma hederaceum. (Taf. II, Fig. 9—12.)

B e n t h a m rechnet *Glechoma* zum Genus *Nepeta*, ebenso B a i l l o n; B r i q u e t dagegen sucht die Berechtigung von *Glechoma* als besonderer Gattung zu begründen. Die Befunde einer vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Blüte sind nun an sich nicht gewichtig genug, um eine derartige Frage zu entscheiden; immerhin aber liefern sie wertvolles Beweismaterial.

Gehen wir also auf den Entwickelungsgang von *Glechoma hederaceum* ein und ziehen dann zur Vergleichung eine *Nepeta*-Art heran. Der junge Blütensproß zeigt im Querschnitte eine sehr langgestreckte Ellipse, ehe die Vorblätter angelegt werden. Die letzteren werden zuerst abgegliedert und erreichen eine bedeutende Größe, bis die Seitenblüten hervorgewölbt werden. Erst nach diesen erscheint

das hintere Kelchblatt an der Innenseite des hochgewölbten Scheitels; es ist sehr breit, bleibt aber späterhin in der Länge hinter den anderen zurück. Die hinteren seitlichen Blätter folgen dem ersten fast unmittelbar und bilden bald breite Lappen; die vorderen Blätter endlich sind von den seitlichen durch einen früh sichtbar werdenden, tiefen Einschnitt getrennt. Indessen hat am Scheitel die Kronblattbildung begonnen; zuerst entstehen die inneren Ecken, ihnen folgen die seitlichen. Bald darauf zeigen sich auch schon die Hügel der beiden hinteren Staubblätter; ob diese gleichzeitig mit dem vorderen Blumenblatte angelegt werden, oder ob das letztere den Staubblattanlagen noch etwas vorauseilt, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Die nun folgenden vorderen Staubblatthügel sind etwas kleiner. Unter den Kronblättern zeichnet sich das vordere durch stärkstes Wachstum aus, während die inneren, zuerst angelegten am weitesten zurückbleiben. Die letzteren besitzen keine Einbuchtung, vielmehr ist die Verwachsungsstelle auffallend dick und gegen das Fruchtblatt scharf abgesetzt; auf diese Erscheinung werden wir später zurückkommen. Nach Bildung der Kronblätter erhebt sich der Scheitel noch einmal zur Anlegung der Fruchtblätter, deren halbmondförmige Hügel sehr rasch zu einem gleichmäßigen Ring verwachsen.

Von *Nepeta*-Arten wurde nur *Nepeta grandiflora* untersucht und hier trat eine geradezu überraschende Ähnlichkeit mit dem bei *Glechoma* Beobachteten zu Tage; die Entwickelung des Kelches, der Krone, Staubblätter u. s. w., die ganze Form der vollentwickelten Blüte stimmt so vollständig mit der von *Glechoma* überein, wie es sonst nur bei sehr nahe verwandten Arten gefunden wurde. Als einzige Abweichung könnte angeführt werden, daß bei *Nepeta* das hintere Kelchblatt weniger zurückbleibt als bei *Glechoma;* aber sonst herrscht vollste Übereinstimmung, sogar in dem Punkte, daß die Verbindungsstelle der inneren Kronblätter etwas verdickt ist. Die Entwickelungsgeschichte der Blüte spricht also nicht gegen eine Vereinigung der beiden Gattungen.

Dracocephalum peltatum. (Taf. II, Fig. 13—18.)

B a i l l o n zählt auch *Dracocephalum* zur großen Gattung *Nepeta;* B e n t h a m und B r i q u e t lassen es als selbständige Gattung bestehen. — *D. Ruyschiana* erwies sich als ungeeignet für die Untersuchung, deshalb wurde *D. peltatum* benützt.

Der Sproßscheitel ist hochgewölbt; auf die Anlage des Tragblattes folgt unmittelbar die Wölbung des Blütensprosses. Dabei bleibt ein großes Stück des Stengels zwischen dem Ansatze des Tragblattes und der nächst älteren Blütenanlage ungenützt. Das Tragblatt und der junge Sproß wachsen in der ersten Zeit gleich rasch; der letztere rückt ganz allmählich in die Blattachsel, er ist noch ganz mit dem Stamme verwachsen zu einer Zeit, da er im medianen Längendurchschnitte bereits die Form eines Halbkreises zeigt. Ehe zur Differenzierung der einzelnen Glieder geschritten wird, findet an dem langgestreckten Wulste starkes Wachstum nach allen Richtungen hin statt. Sodann erscheinen zuerst die Vorblätter und sehr rasch die Seitenblüten, beide, Blatt- wie Sproßanlagen, genau transversal. Die Anlagen der Seitenblüten gliedern später wieder Vorblätter ab, von denen aber nur das gegen das Deckblatt gerichtete einen weiteren Blütensproß trägt, während das andere steril bleibt; wir haben also dichasiale Verzweigung mit Verarmung gegen die Achse hin. Während Vorblätter und Seitenblüten angelegt wurden, hat sich der Scheitel stark emporgewölbt und kreisrunden Querschnitt angenommen, doch nur für kurze Zeit, bis die Kelchbildung beginnt: zuerst erscheint das hintere Blatt, tief am Scheitel, ihm folgen unmittelbar die seitlichen und nach einem etwas größeren Zwischenraume die vorderen Blätter. Schon bei Beginn der Kelchentwickelung hat sich der Blütenkörper gestreckt, so daß ein kleiner Stiel zustande gekommen ist. Nach der Anlage der drei ersten Blätter fällt der hochgewölbte Scheitel stark nach vorne ab; diese Bevorzugung des der Achse zugekehrten Teiles des Scheitels im Wachstume ist durchweg zu verfolgen bei Bildung der Krone, der Staubblätter und sogar der Fruchtblätter. Während das hintere Kelchblatt den anderen im Wachstume voraneilt, sowohl in der Länge als in der Breite, ist die innere Seite des fünfeckigen Sockels der Krone kürzer als die anderen Seiten. Der Scheitel, welcher bei Anlage der Kronblattecken gewölbt blieb, verflacht sich auch nicht bei der Entstehung der Staub-

blatthügel, obschon die vorherige, besonders starke Wölbung etwas zurückgeht. Von den Staubblättern werden die hinteren zuerst angelegt und erheblich später die kleineren vorderen; der Querschnitt ist bei allen elliptisch.

Nochmals findet eine starke Wölbung des Scheitels statt, und zwar, wie schon oben bemerkt, auf der Innenseite beginnend und nach vorne fortschreitend; auf diese Weise entsteht ein hoher Sockel, dessen Querschnitt eine Ellipse darstellt, deren großer Durchmesser mit der Mediane der Blüte zusammenfällt. Darauf erheben sich die Fruchtblätter, welche von ihrem Erscheinen an verwachsen sind und, entsprechend dem Sockel, einen elliptischen Ringwall bilden, auf dem erst durch späteres ungleiches Wachstum vorne und hinten die beiden Fruchtblatthügel sich zeigen.

Zwischen den einzelnen Staubblatthügeln treffen wir große Zwischenräume, die größten vorne und hinten; dabei ist der Abstand der beiden hinteren nicht viel bedeutender als der der beiden vorderen.

Auch hier finden wir jene Verdickung zwischen den beiden inneren Kronblättern, ähnlich wie bei *Glechoma* und *Nepeta*. In einem von 40 untersuchten Fällen glaubte ich sogar den Umriß eines kleinen Hügels wahrnehmen zu können. Jedenfalls tritt die Verdickung schon früh auf und erhält sich längere Zeit. Beim weiteren Wachstume der Krone wird das vordere Blatt so sehr bevorzugt, daß es schließlich die ganze Blüte überdeckt, während die andern vier sich über dasselbe als kleine Zipfel lagern.

Brunella vulgaris. (Taf. II, Fig. 19—21.)

Auf den ersten Stufen der Entwickelung weist *Brunella vulgaris* keine Besonderheiten auf; Vorblätter mit Seitenblüten werden abgegliedert; der Kelch wird aus fünf annähernd gleich großen Zipfeln zusammengesetzt. Die Wölbung des Scheitels beginnt wieder auf der Innenseite, ebenso die Bildung des Kronfünfecks; an diesem sind die den hinteren seitlichen Zipfeln gegenüberliegenden Seiten die längsten, während die beiden vorderen so kurz bleiben, daß der Sockel hinten fast gleiche Breite hat wie vorne. Die Staubblatthügel erscheinen in absteigender Folge unmittelbar nacheinander, im Querschnitte fast kreisrund und verhältnismäßig klein; der Abstand zwischen den inneren Hügeln ist doppelt so groß als der zwischen den vorderen. Die inneren, verwachsenen Kronblätter, welche in einzelnen Fällen eine kleine Einsenkung zeigen, sind sehr breit, ebenso das vordere Blatt; die seitlichen bilden dagegen nur schmale Zipfel. Die Fruchtblätter liegen mehr nach innen als bei den anderen, und später nimmt der Fruchtknoten den Raum zwischen den hinteren Staubblättern ein.

In Beziehung auf den Umriß der ganzen Blüte sei hervorgehoben, daß die junge Anlage in der Richtung der Mediane stark verkürzt ist.

Melittis melissophyllum. (Taf. II, Fig. 22, 22a.)

Auf Grund einer Bemerkung in Penzigs Teratologie, daß Peutandrie bei *Melittis* häufig sei, durchsuchte ich zunächst die fertigen Blüten, fand aber bei 270 Blüten auch nicht eine Spur eines fünften Staubblattes resp. Staminodiums. Damit war jedoch nicht ausgeschlossen, daß in jüngeren Stadien das Staminodium noch vorhanden war. Die fertige Blüte zeigte eine Unregelmäßigkeit, indem der Kelch aus zwei vorderen, spitzen Zipfeln und einem hinteren abgestumpften bestand; auch hierüber konnte nur die Entwickelungsgeschichte Aufschluß geben.

An dem jungen Sprosse entstehen, ähnlich wie bei *Scutellaria alpina*, die seitlichen hinteren Kelchblätter zuerst; das innere Blatt bleibt ganz aus. Sie verwachsen sehr rasch, doch kann man noch lange die zwei ihren Ursprung verratenden Spitzen, wenn auch nur durch einen schwachen Einschnitt getrennt, wahrnehmen. Die vorderen Kelchblätter sind von Anfang an tief eingeschnitten. Nach Anlage des Kelches hat der Scheitel zunächst elliptischen Querschnitt, der große Durchmesser der Ellipse steht senkrecht zur Medianrichtung.

Krone und Staubblätter zeigen aufsteigende Entwickelung. Das Fünfeck der Krone weicht von der typischen Form stark ab; die vorderen Seiten sind sehr lang, die hintere und die ihr anliegenden Seiten sehr kurz. Der Raum zwischen den hinteren Staubblättern und zwischen den inneren Kronblättern und dem Fruchtblatte ist nicht groß. Ein Staminodium wurde auch hier nicht gefunden.

Phlomis pungens. (Taf. II, Fig. 23—25.)

Der junge Sproß legt sich an den Stamm als langgestreckter Wulst, dessen elliptischer Querschnitt einen großen Durchmesser hat mit mehr als doppelter Länge des kleinen. Die Vorblätter treten genau transversal auf und wachsen rasch heran. Bei der reichen dichasialen Verzweigung ist es nicht möglich, die Vorblätter und Seitenblüten 1., 2. und 3. Ordnung schon bei ihrem ersten Erscheinen scharf zu unterscheiden, da alle rasch nacheinander angelegt werden. Der Scheitel der Terminalblüte wölbt sich bald hoch empor und hat kurz vor dem Auftreten der hinteren Kelchblattanlage elliptische Form, wobei der große Durchmesser mit der Mediane zusammenfällt. Das hintere Kelchblatt ist schon deutlich als Zipfel wahrzunehmen, ehe die seitlichen Ecken erscheinen, und fast noch größer ist der Zeitabstand zwischen dem Entstehen der seitlichen und der vorderen Blattanlagen. Nach der Bildung der drei hinteren Kelchblätter erhebt sich der Scheitel auf der Innenseite; fast zu gleicher Zeit, wie die Anlagen der beiden vorderen Kelchblätter, werden auch die Ecken der beiden inneren Kronblätter sichtbar. Diese stufenweise Entwickelung ist durchweg zu beobachten, und zwar immer in der Weise, daß die Glieder desselben Kreises durch größere Zeitzwischenräume getrennt sind als das Endglied des einen Kreises von dem ersten Gliede des nächst höheren Kreises. So bilden die hinteren Kronblätter bereits kleine Hügel, während vorne erst die stumpfe Ecke des vorderen Blumenblattes angelegt wird; und etwa zur selben Zeit treten die hinteren Staubblatthügel auf. Diese sind bedeutend größer als die vorderen, aber alle vier besitzen kreisrunden Querschnitt; der Unterschied in der Anlagefolge ist nicht so bedeutend wie bei den Kronblättern.

Durch das weitere Wachstum kommen die in der Anlage bedingten Verschiedenheiten noch deutlicher zum Ausdruck; das vordere Blumenblatt legt sich mit seinen Flügeln über die vorderen Staubblätter und erstreckt sich etwa bis zur Mitte der Blütenanlage; die Zipfel der seitlichen Blätter bedecken das vordere Blatt; das hintere Blattpaar endlich überdeckt die anderen alle und reicht bis zum vorderen Rande der Anlage. In der Höhe der hinteren Staubblatthügel zeigt die Blüte ihre größte Breite, wobei der ganze weite Raum zwischen diesen von dem Sockel für die späteren Fruchtblätter ausgefüllt wird; der jetzt schon etwas abgerundete Umriß der ganzen Blütenanlage wird später kreisförmig.

Galeopsis tetrahit. (Taf. II, Fig. 26, 26a.)

Die Gattung *Galeopsis* hat durch Briquet eine eingehende Bearbeitung erfahren; wir entnehmen dieser Monographie folgende Stellen (pag. 122—124): „Les fleurs de *Galeopsis* sont agglomérées en verticillastres qui forment des sortes de capitules terminaux. A l'intérieur d'un même verticillastre, les fleurs apparaissent dans l'ordre suivant. D'abord une fleur centrale, bientôt flanquée, à droite et à gauche, de deux fleurs secondaires; cette disposition est celle de la cime bipare ou dichasium. Puis, subitement, chaque axe latéral du dichasium donne naissance à une fleur placée au dessous, et entre lui-même et l'axe principal. C'est le début de la formation d'une cime unipare héliçoïde, qui se continue de façon à comporter, suivant les cas, trois, quatre ou cinq fleurs. Les sympodes, dans chaque verticillastre, sont tellement court que les fleurs paraissent être sessiles et naître sur une même plateau. Chaque fleur possède deux bractéoles."

Die Kelchblätter treten in absteigender Folge auf, die Kronblätter in aufsteigender.

„Le développement de l'androcée est intimement lié à celui de la corolle, puisque les deux verticilles sont connés dans leur partie inférieure. L'ordre de naissance y est donc aussi acropétal; les deux étamines inférieures apparaissent d'abord, les deux supérieures ensuite. On ne voit jamais de traces d'une cinquième étamine, comme elle figure sur le diagramme théorique des Labiées et comme prétend l'avoir vue Payer.

Le gynécée apparaît en dernier lieu; les deux carpelles sont simmultanés, ils subissent rapidement un cloisonnement transversal qui n'offre rien de spécial." Sodann erwähnt Briquet noch die Ansichten von K. Schumann, mit denen wir uns an anderer Stelle eingehender werden beschäftigen müssen.

Mit der für die ganze Gattung gültigen Entwickelungsgeschichte Briquets — er gibt die untersuchten Arten nicht an — stimmen die bei *G. tetrahit* gemachten Befunde überein. Das hintere Kelchblatt ist breiter als die anderen; die Seitenblüten werden eben sichtbar, nachdem die drei hinteren Kelchzipfel angelegt sind; besonders zu beachten ist dabei, daß die schon weit fortgeschrittenen Vorblätter vollkommen transversal stehen.

Für die Entwickelung von Krone und Staubblättern ist hinzuzufügen, daß die Intervalle sehr gering sind. Briquet hat in seinem Diagramme die vier Staubblätter in gleichen Abständen voneinander gezeichnet; dies stimmt mit unseren Bildern von *G. tetrahit* nicht überein; diese zeigen, wie bei den meisten Labiaten, zwischen den hinteren Staubblatthügeln einen annähernd doppelt so großen Abstand als zwischen den vorderen.

Lamium purpureum. (Taf. II, Fig. 27 u. 28.)

Der junge Sproß rückt frühzeitig und vollständig in die Blattachsel. Früh werden auch Vorblätter und Seitenblüten angelegt, wobei die ersteren von Anfang an starke Neigung nach vorne zeigen. Seitenblüten 2. Ordnung treten nur nach außen hin auf, so daß wir dichasiale Verzweigung mit Verarmung gegen die Achse hin oder Übergang zum Wickel haben. Die Entstehung des Kelches erfolgt in der gewöhnlichen Weise, der Scheitel ist dabei hoch gewölbt. Das hintere Blatt ist schmal und bleibt später etwas gegen die anderen zurück. Krone und Staubblätter zeigen die gleiche, aufsteigende Entwickelung. Das vordere Kronblatt ist sehr breit, die beiden inneren, vollständig verwachsenen sehr schmal; später überholt das innere Blattpaar das ursprünglich voraneilende vordere Blatt. Die durch das verschiedene Alter der Entstehung bedingte Ungleichheit der Staubblattpaare verschwindet allmählich; alle vier Hügel zeigen elliptischen Querschnitt. Der große Durchmesser der vorderen Ellipsen bildet mit der Mediane der Blüte einen stumpferen Winkel als derjenige der hinteren; der Abstand der inneren Staubblatthügel ist auch spät noch ein ganz bedeutender, wie dies Baillon in seinem Diagramme für *L. album* zeigt. Der Raum zwischen dem inneren Kronblattpaare und dem inneren Fruchtblatte ist noch nicht ganz verschwunden zu einer Zeit, wo die Kronblätter das letztere bereits überdecken.

Bei *L. album*, *L. maculatum* und *L. galeobdolon* wurden keine wesentlichen Abweichungen gefunden.

Ballota nigra. (Taf. II, Fig. 29—31.)

Der Scheitel des jungen Blütensprosses ist nur mäßig gewölbt und wird schon beim Entstehen der Vorblätter fast flach; ebenso ist er wieder beinahe eben nach Bildung des Kelches, welcher in der gewöhnlichen Weise angelegt wird; das ursprünglich vorauseilende hintere Blatt wird von den anderen bald eingeholt. Die Kronblätter werden absteigend angelegt, der fünfeckige Sockel ist in der Richtung der Mediane stark verlängert und ganz eben, ehe die rasch nacheinander auftretenden Wölbungen der Staubblattpaare erscheinen. Das vordere Paar wird zuerst sichtbar; der Querschnitt ist anfänglich rund, wird aber später elliptisch; der große Abstand zwischen den hinteren Hügeln verschwindet nie ganz. Von den Kronblättern zeigt das hintere Paar das stärkste Wachstum, wobei die ursprünglich vorhandene Einbuchtung fast ganz ausgeglichen wird; das vordere Blatt wächst, in Länge und Breite, stärker als die seitlichen Zipfel. Der Scheitel ist indessen wieder ganz flach geworden; da die Krone bereits einen hohen Wall darstellt, so gleicht die Blütenanlage einer flachen Schale, auf deren Grund die kleinen Wülste der Fruchtblattanlagen sich erheben.

Stachys. (Taf. III, Fig. 1—9.)

Einen Vertreter dieser artenreichen Gattung, *Stachys recta*, hat Payer zu seiner Untersuchung benützt; er gibt jedoch nur drei Stufen der Entwickelung wieder, welche auch für uns in Betracht kommen: einen primären Scheitel mit den ersten Paaren von Tragblättern und Blütensprossen; eine

junge Blüte mit den Staubblattanlagen; eine ältere Blüte, von welcher der Kelch abgetrennt ist; die Kronblätter sind hier schon weit fortgeschritten, doch gestatten die Lücken zwischen ihnen noch einen Einblick in das Innere der Blüte. Eigentümlich ist in seiner Darstellung, daß in der jüngeren Blüte der Abstand zwischen den hinteren Staubblättern mehr denn doppelt so groß ist wie der zwischen den vorderen, während in der älteren Blüte die Abstände vorne und hinten die gleichen sind. Ein Längendurchschnitt durch eine etwa gleichalterige Blüte weist an der Stelle des fünften Staubblattes einen freien Raum auf, so groß, wie ich ihn nie, auch nur annähernd gefunden habe.

Der primäre Scheitel ist hochgewölbt, die Ausbuchtung der jüngsten Tragblätter erfolgt tief am Scheitel; sie erreichen eine beträchtliche Größe, ehe die Achselsprosse sichtbar werden. Die jungen Sprosse rücken langsamer in die Blattachsel, als wir dies bei *Ajuga* gefunden haben, so daß sie noch vollständig als Wölbungen des Stengels erscheinen, wenn sie im Durchschnitte bereits halbkreisförmigen Umriß erlangt haben; dieser Umstand begünstigt die Freilegung des Sprosses, so daß es möglich ist, seinen Umfang in diesem frühen Stadium festzustellen. Er zeigt sich als länglicher Wulst, der in der Breite etwas hinter dem Tragblatte zurückbleibt und im Querschnitte elliptischen Umriß besitzt. Späterhin treten am Scheitel, rechts und links, wieder die Vorblätter auf, welche bei der weiteren Entwickelung sehr schmal bleiben. Der Scheitel hebt sich, und noch ehe er zur Kelchbildung schreitet, werden zu beiden Seiten die (häufig ungleichen) Wölbungen der Seitenblüten sichtbar. Das erste Kelchblatt entsteht auf der Innenseite, nach einiger Zeit folgen die seitlichen, während die vorderen unmittelbar nach diesen angelegt werden. Nach dem Auftreten des hinteren Blattes ist der Scheitel im Querschnitte noch fast kreisrund; nach der Anlage des ganzen Kelches ist er mehr breit als lang; erst nach Entstehung der Kronblattecken sehen wir den Umriß der Blütenanlage in der Medianrichtung, wie gewöhnlich, bedeutend verlängert.

Bei der Kronblattbildung werden zuerst die beiden inneren Ecken, gegenüber dem hinteren Kelchzipfel, sichtbar; die seitlichen Ecken treten wenig hervor; die vordere ist anfangs abgerundet, spitzt sich aber bald zu. An dem fünfseitigen Sockel ist die hintere Seite sehr kurz, die anstoßenden Seiten dagegen am längsten. In der weiteren Entwickelung wächst die vordere Kronblattanlage so rasch, daß sie das innere, wenig eingeschnittene Blattpaar bald eingeholt hat. Vorher aber sind schon die hinteren Staubblatthügel zu erkennen, wenn zunächst auch nur im Durchschnitte; ihnen folgen rasch die beiden vorderen. Diese sind kleiner, aber alle vier haben elliptischen Querschnitt, und zwar ist der große Durchmesser der hinteren Hügel fast parallel mit der Mediane der Blüte; derjenige der vorderen bildet mit der Mediane einen Winkel von ca. 40°. Der Abstand zwischen dem inneren Paare ist größer als der zwischen dem vorderen, wenngleich der Unterschied nicht so bedeutend ist, wie wir sonst schon gefunden haben. Zum Schlusse wölbt sich der Scheitel noch einmal stärker zur Bildung der Fruchtblattanlagen, welche sehr früh schon verwachsen und mit ihrem Ringwalle das Zentrum der Blüte umschließen.

Anhangsweise sollen auch einige Anomalien besprochen werden, welche im Laufe der Untersuchung bei dieser Art gefunden wurden. Was zunächst die Unregelmäßigkeiten bei der Kelchbildung betrifft, so kam es öfters vor, daß zwischen die vorderen Kelchblätter noch ein kleiner Zipfel eingeschoben war, womit zugleich eine Spaltung des vorderen Blumenblattes verbunden war. Nur einmal wurde eine Blüte angetroffen, bei welcher das hintere Kelchblatt in zwei Zipfel gespalten war. Bei dieser Blüte war das vordere Kronblatt etwas eingeschnitten und gleich große Lücken trennten das vordere wie das hintere Staubblattpaar. In dem gleichen Blütenstande, wo die letztere Blüte gefunden wurde, zeigte auch der nächste jüngere Blütensproß eine ähnliche Anlage zur Unregelmäßigkeit. Es ist da allerdings nur ein hinterer Kelchzipfel zu sehen, aber dieser eine ist ganz aus der Mediane verschoben; die Kronblätter sind eben in der Bildung begriffen; dabei ist die innere Seite nicht breiter als bei der normalen Blüte in dem entsprechenden Alter. Vorne läßt sich dagegen schon die außerordentlich breite Anlage für das gespaltene Kronblatt erkennen. Der ganze Blütenkörper zeigt in der Richtung der Mediane die normale Länge, in der Querrichtung ist er aber ungewöhnlich breit.

Die abnormalen Kronblattbildungen sind bereits erwähnt worden; es bleiben noch zu besprechen die Besonderheiten bei den Staubblättern. Zwei Blüten, welche vorne das gespaltene Kronblatt zeigten,

waren dadurch ausgezeichnet, daß in dem Einschnitte zwischen den beiden Zipfeln vorne ein runder Hügel sich erhob. Der Hügel stand etwas mehr nach vorne als die seitlichen Staubblattanlagen, war kleiner als diese, aber in der gleichen Weise gewölbt; es wird also kaum einem Zweifel unterliegen, daß wir es hier mit einer staminodialen Bildung zu tun haben. Ob Payer auf Grund eines ähnlichen Falles zu der Behauptung kam: „Dans le *Stachys recta* cette étamine postérieure à peine née disparaît," läßt sich nicht entscheiden.

Eine ganze Reihe anderer *Stachys*-Arten stimmen in ihrer Entwickelung vollkommen mit *Stachys recta* überein: *St. lanata, sibirica, rupestris, annua, arvensis; St. germanica* unterscheidet sich nur dadurch, daß der Kelch im Umrisse ein normales Fünfeck darstellt, während bei *St. recta* der Kelch vorne fast so breit ist wie in der Höhe der hinteren seitlichen Kelchblätter. *St. silvatica* und *St. heraclea* zeichnen sich durch größere Breite des inneren Kronblattpaares aus.

Wesentliche Abweichungen waren nur bei *St. affinis* zu verzeichnen. Die Vorblätter stehen hier wie bei *St. recta* transversal und sind, nach Länge und Breite, zu ansehnlichen Zipfeln herangewachsen, ehe das erste Kelchblatt angelegt wird, dessen Spitze bald rechts, bald links von der Mediane zu stehen kommt, eine Unregelmäßigkeit, welche nach einiger Zeit sich verliert. Die seitlichen Kelchblätter folgen dem hinteren sehr rasch, treten aber nicht als gesonderte Wölbungen hervor, sondern sie bilden zunächst mit dem hinteren Blatte einen fortlaufenden Wall. Der Sproß erscheint jetzt vorne sehr schmal und abgerundet; nach geraumer Zeit erst treten rechts und links die Anlagen der vorderen Kelchblätter auf. Jetzt sind auch auf dem hinteren Walle die Spitzen der drei Kelchzipfel zu sehen, von denen der mittlere sich durch seine Breite auszeichnet. Haben die beiden vorderen Blätter durch rascheres Wachstum die hinteren annähernd eingeholt, dann bildet der Kelch einen auf gleicher Höhe verlaufenden Wall, der durch tiefe seitliche Einbuchtungen in eine vordere und eine hintere Hälfte geteilt wird. Zu dieser Zeit ist aber bereits das innere Kronblattpaar angelegt, die linke Ecke stark vorragend, aber noch keine Spur von einem Einschnitt. Auch das vordere Blatt ist in der Anlage schon vorhanden, nur die seitlichen Ecken fehlen noch; dagegen lassen sich die Umrisse der hinteren Staubblatthügel ganz deutlich erkennen, und auch die vorderen sind bereits angelegt. Die Umrisse der letzteren können zwar in der Oberflächenansicht nicht mit Sicherheit festgestellt werden, dagegen bilden sie im Längendurchschnitte schwache Erhebungen. Die seitlichen Kronblätter werden erst dann als Ecken wahrnehmbar, wenn vorne und hinten die Kronblattanlagen sich in die Höhe zu wölben beginnen.

Das hintere Kelchblatt besitzt jetzt gewaltigen Umfang und überragt den Scheitel bis zu den hinteren Staubblatthügeln, ohne jedoch das innere Kronblattpaar zu berühren. Das letztere entbehrt immer noch der Einbuchtung, ist aber, wie auch das vordere Blatt, sehr breit. Die Staubblatthügel sind beinahe kreisrund, die inneren trennt wiederum eine gewaltige Lücke. Der ganze Blütenkörper ist in der Querrichtung sehr breit. Der Fruchtknoten füllt die Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln aus; zu dieser Zeit erscheint auch der Einschnitt zwischen den inneren Kronblättern.

Als letzter Vertreter der großen Gruppe der *Lamiinae* soll uns eine *Betonica*-Art dienen,

Betonica grandiflora (Taf. III, Fig. 10—15.)

Wenn wir *Betonica*, im engen Anschluß an *Stachys*, doch als besondere Gattung betrachten, so folgen wir dabei der Einteilung Benthams; Baillon und Briquet zählen sie zu *Stachys*.

Der junge Sproß rückt sehr früh in die Achsel des Tragblattes, welches in mächtiger Ausdehnung sogar den primären Scheitel überragt. An dem Scheitel des Blütensprosses entstehen zuerst wieder seitlich die Vorblätter; sodann erfolgt, zu gleicher Zeit, die Anlage des hinteren Kelchblattes und der Seitenblüten erster Ordnung; die letzteren sind anfangs von oben noch nicht wahrnehmbar, die schwache Wölbung läßt sich nur von der Seite im Umrisse erkennen. Das hintere Kelchblatt wird als mächtige Wölbung am höchstgelegenen Teile des Scheitels angelegt. Ihm folgen bald die seitlichen Blätter, welche so rasch heranwachsen, daß sie das mittlere Blatt überholt haben, ehe die vorderen Anlagen überhaupt sichtbar werden. Dadurch wird dann der Schein erweckt, als bilde das hintere Blatt nur

mehr die Verbindungsbrücke zwischen den beiden seitlichen Zipfeln. Der vollständig angelegte Kelch bildet einen gleichmäßigen, breiten Wall, auf dem die einzelnen Kelchzipfel nur als ganz niedrige Höcker sich erheben; der innere Hügel steht nach Höhe und Breite hinter den anderen zurück.

Der Scheitel hat sich indessen stark gehoben, wird aber nach Anlage der Kronblattecken wieder fast eben. Obwohl die Eckenbildung innen begann, so eilt doch im weiteren Verlaufe das vordere Blumenblatt den anderen stark voraus, während das hintere Blattpaar am langsamsten weiter wächst; spät erst ist an diesem eine ganz schwache Einsenkung zu beobachten, in einzelnen Fällen auch eine ungleiche Entwickelung dieses Blattpaares. Die Staubblatthügel entstehen paarweise, rasch nacheinander, die vorderen, größeren zuerst. Der große Abstand zwischen den inneren Hügeln bleibt auch nach der Anlage der Fruchtblätter noch bestehen.

Salvia (Taf. III, Fig. 16—25; Taf. IV, Fig. 1—9.)

Mit *Salvia* kommen wir zu der an Arten reichsten Gattung. Die verhältnismäßig große Zahl der im botanischen Garten kultivierten Arten ermöglichte es, mehrere Arten zur vergleichenden Untersuchung heranzuziehen und die innerhalb einer und derselben Gattung hervortretenden Verschiedenheiten zu studieren. Sowohl Payer als Schumann haben ihre Untersuchungsobjekte dieser Gattung entnommen; deshalb wurden zunächst die von diesen Autoren gewählten Arten berücksichtigt.

Beginnen wir mit der von Schumann untersuchten

Salvia glutinosa.

„*Salvia glutinosa* L. ist diejenige Labiate, die nach meiner Erfahrung am leichtesten zu behandeln ist. Wie der Name ausdrückt, ist sie mit Drüsen reichlich besetzt und ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß alle derartig beschaffenen Pflanzen ganz besonders zu bevorzugen sind. Ihre Spezialinfloreszenzen sind dreiblütig. Die Mittelblüte besitzt zwei Vorblätter, in deren Achseln zwei Lateralstrahlen erster Ordnung sich befinden, die wieder zwei Vorblätter erzeugen. Auch in diesen werden außerordentlich kleine Achselprodukte entwickelt, die sich aber meiner Erfahrung nach niemals ausbilden. Sie bleiben so winzig, daß sie während der Blütezeit der Spezialinfloreszenz überhaupt nicht mehr nachzuweisen sind. Die Vorblätter haben eine von den gewöhnlichen Verhältnissen abweichende Stellung, indem sie eine sehr deutliche phylloskope Konvergenz zeigen.“ Diese allgemeinen, von Schumann beschriebenen Verhältnisse ließen sich in der Hauptsache bestätigen; die Anlage der Seitenblüten zweiter Ordnung wurde wohl immer beobachtet, doch kam sie nie zur Weiterentwickelung.

Die ersten Stadien, von der eben sichtbaren Auswölbung am Scheitel bis zur Bildung des ringsum frei stehenden Sprosses mit elliptischem Querschnitte, zeigen vollkommene Übereinstimmung mit dem bisher bei den Labiaten Gefundenen (Taf. III, Fig. 16 und 17). Der Scheitel ist nur mäßig gewölbt und wird vor der Kelchanlage ganz flach; der gegen die Achse gelegene Teil zeigt anfangs nur wenig stärkeres Wachstum als der vordere. Eine weitere Veränderung, die Anlegung der Vorblätter, ist zunächst nur im Aufrisse wahrnehmbar (Taf. III, Fig. 18), wobei der Scheitel noch keine Differenzierung in Mittelblüte und Seitenblüten zeigt. Sodann hebt sich der Scheitel und zu gleicher Zeit treten rechts und links die Wölbungen der Seitenblüten und nach rückwärts, etwas höher, diejenige des hinteren Kelchblattes auf. Die Vorblätter stehen im Anfange transversal (Taf. III, Fig. 18 a), weichen aber bald, durch einseitig bevorzugtes Wachstum, gegen den Stamm zurück (Taf. III, Fig. 22). Mit Rücksicht auf die der Schumann schen Arbeit zu Grunde gelegte Kontakt-Theorie soll gleich hier darauf hingewiesen sein, daß weder in diesen ersten Stadien der Entwickelung noch in der weiteren Folge irgendwo vollkommene Berührung beobachtet wurde. Die vereinzelten Fälle, welche den Schein engen Anschlusses erwecken konnten, fanden ihre Erklärung in der Unzulänglichkeit der Präparation oder in der starken Quellung durch das Aufhellungsmittel (Kalilauge). Es läßt sich also das einseitige Wachstum der Vorblätter ebensowenig durch Einwirkung von außen erklären, wie der Umstand, daß die Seitenblüten, welche ursprünglich transversal angelegt werden, im Verlaufe der Entwickelung eine weitgehende Ver-

schiebung erfahren. Zu der Zeit nämlich, wo das hintere Kelchblatt an der Seitenblüte entsteht, beträgt der Winkel, welchen die Medianen der Mittel- und Seitenblüte miteinander bilden, zwischen 80° und 65°; später, wenn der Kelch angelegt ist, messen wir einen Winkel von 60°; ist die Seitenblüte voll entwickelt, dann beträgt der Winkel nur noch 45°. Die Vorblätter sind indessen mehr in die Breite als in die Länge gewachsen und zwar einseitig gegen das Tragblatt.

Kehren wir jetzt zurück zur Mittelblüte und verfolgen deren weitere Entwickelung. Bald nach dem Erscheinen des hinteren Kelchblattes treten rechts und links davon zwei Wölbungen hervor, welche infolge rascheren Wachstums den mittleren Zipfel einholen, so daß dieser nur mehr die Verbindung zwischen den beiden seitlichen Blättern darzustellen scheint; später (Taf. III, Fig. 23) ragt der Zipfel des hinteren Blattes ganz deutlich über die mit ihm fast vollständig verwachsenen seitlichen Kelchblätter hervor. Zuletzt entstehen die beiden vorderen Blätter, fast ganz seitlich, so daß sie zwischen sich eine breite Lücke frei lassen. Zur gleichen Zeit zeigt der Scheitel gegen das hintere Kelchblatt zu starkes Wachstum, den Anfang zur Bildung des Kronfünfecks. Nach Anlegung aller fünf Kronblätter ist der Scheitel ganz flach. An dem unregelmäßig fünfseitigen Sockel sind die vorderen Seiten die längsten, während der Abstand der inneren Ecken voneinander nur gering ist. Die drei hinteren Kelchblätter überdecken den Scheitel immer weiter, bleiben aber von dem vorderen Paare durch tiefe Einschnitte getrennt. Was den Umriß der Blüte in diesem Alter betrifft, so stellt er annähernd ein Quadrat mit abgerundeten Ecken dar; dieses Quadrat nimmt später, ebenso wie das Fünfeck der Blumenkrone, mehr und mehr Kreisform an.

Die weitere Differenzierung des Scheitels geht nun nach zwei Seiten zugleich vor sich: einmal tritt an der vorderen Ecke im Längendurchschnitte eine seitliche Wölbung hervor, d. h. das vordere Kronblatt eilt den andern im Wachstume voraus; sodann hat der Scheitel rechts und links von dieser Ecke sich zu heben begonnen zur Bildung der vorderen Staubblatthügel. Sie lassen sich im Durchschnitte als schwache Erhebungen erkennen, ehe in der Oberflächenansicht ihr Umriß sicher festgestellt werden kann (Taf. III, Fig. 21). Dieser ist dann elliptisch, während die hinteren Hügel, welche viel später entstehen und bedeutend kleiner sind, kreisrunden Querschnitt besitzen. Die große Lücke zwischen letzteren wird später durch das hintere Fruchtblatt ausgefüllt; die Zwischenräume, welche zwischen den anderen Hügeln bestehen, werden von den durch starkes Wachstum ausgezeichneten vorderen Staubblattanlagen beansprucht. Das Wachstum der Krone schreitet nur langsam vorwärts; das vordere Blatt eilt den anderen in Länge und Breite weit voraus. Zum letzten Male hebt sich dann der Scheitel wieder zur Bildung der beiden Fruchtblätter, welche mehr nach rückwärts liegen.

Nunmehr sind die Punkte zu erwähnen, in denen unsere Befunde mit der Schumann-schen Darstellung nicht übereinstimmen; auf die von dem Autor eingeflochtenen theoretischen Betrachtungen werden wir in dem zusammenfassenden Teile näher einzugehen haben.

„Noch in seiner fast senkrechten Stellung erzeugt das Primordium nahe an seiner Basis 2 seitliche Läppchen als erste Anlagen, die seine nunmehr dreiseitige Gestalt bedingen. Wenn es sich bald darauf zwischen seine beiden Kontaktkörper einfügt, wird es nach vorn zu abschüssig und durch diese Veränderung werden die beiden basalen Blättchen nach vorn gerückt. Die phylloskope Konvergenz der Vorblätter wird also durch die Entwickelung der Blüte naturgemäß erklärt“ (pag. 428). Dem gegenüber konnten wir beobachten, daß bei der ersten Anlage kein Abweichen von der normalen transversalen Stellung stattfindet; die „phylloskope Konvergenz“ kommt durch später eintretendes, einseitiges Wachstum der Vorblätter selbst zustande. Ferner wird das Primordium vor der Kelchbildung nicht abschüssig und fügt sich nicht zwischen irgend welche Kontaktkörper ein und ist auch nicht für kurze Zeit senkrecht gestellt. Dagegen zeigt der junge Blütensproß während und nach der Anlage des Kelches auf der Stammseite rascheres Wachstum; dadurch wird die Taf. III, Fig. 16 dargestellte starke Neigung des Blütenbodens hervorgerufen. Daß der Blütenkörper vorne sich hebt zur Erzeugung der zwei Vordersepalen, können wir nicht bestätigen.

„Der hinten gelegene Teil des Kelches schiebt sich nun dicht über den benachbarten Teil des Blütenbodens und bedeckt ihn bis zum dritten oder vierten Teile, zuweilen auch bis zur Hälfte. Es ist

nicht unwahrscheinlich, daß in dieser Tatsache die Ursache zu finden ist, warum die ersten Neubildungen an dem soweit fertigen Primord vorn entstehen.“ Diese Vermutung Schumanns wird dadurch hinfällig, daß in allen untersuchten Fällen der Kelch den Blütenboden nie wirklich berührt. Später, kurz ehe die hinteren Kronblätter emporgewölbt werden, ist auch nach Schumann die aufliegende Kelchkappe etwas gehoben; „es schien mir auch, als ob die Hebung durch die ersten kräftigen Staubgefäßanlagen bewirkt würde, indes habe ich doch eine vollkommene Sicherheit nicht gewinnen können.“ Diesem Erklärungsversuch vermag ich nicht beizupflichten; denn, wie ich öfters zu beobachten Gelegenheit hatte, reicht die Kelchkappe entweder gar nicht bis in die Höhe der vorderen Staubblatthügel zu der Zeit, wo die Wölbung der inneren Kronblätter beginnt; oder aber war die Kappe, wenn sie diese Hügel noch etwas überdeckte, sowohl von ihnen als auch von den hinteren Staubblatthügeln durch einen bedeutenden Abstand getrennt. Endlich scheint auch die Annahme, daß vielleicht „die Hebung durch eine spontane Dehnung in der den Blütenboden übergreifenden Kappe selbst bewirkt wird“, nicht notwendig zu sein. Wir finden, daß von Anfang an zwischen dem Kelche und den inneren Teilen der Blüte genügender Raum vorhanden ist und daß die einzelnen Glieder sich harmonisch weiterentwickeln.

Schumann bespricht sodann die Anlage eines fünften Staubblattes und kommt zu dem Schlusse, daß bei *Salvia* dafür kein Raum vorhanden sei, weil der eigentliche Platz von den hoch inserierten beiden Corollenabschnitten eingenommen werde. Die inneren Kronblätter sind aber nicht höher inseriert als die anderen; und zwischen diesen und dem inneren Fruchtblatte einerseits und zwischen den hinteren Staubblatthügeln andererseits besteht eine Lücke ähnlich wie bei den anderen Labiaten.

„Bei den Seitenblüten tritt von dem gewöhnlichen Gange der Dinge, der in den Dichasien beobachtet wird, eine Abweichung ein. Diese haben ihre Tragblätter zwischen der Terminalblüte und dem nächst höher inserierten benachbarten Blatt gelegen. Sie bilden also in der Mediane zu der des primären Tragblattes etwa einen Winkel von 45°. Da nun die Symmetralen der zweiten Blüten wiederum mit der Mediane der Tragblätter zusammenfallen, so sind die Medianen der Primärblüte und der Seitenblüten bereits der ersten Anlage nach um 45° von einander divergent und stehen nicht wie gewöhnlich rechtwinklig auf einander (pag. 430).“ Wir haben gesehen, daß die Seitenblüten transversal angelegt werden und während der Entwickelung jene Veränderung erfahren. Von einer Drehung der Blütenstiele im Sinne Eichlers (pag. 232) kann auch nicht gesprochen werden, da noch gar keine Stielchen vorhanden sind. Im übrigen weicht die Entwickelung der Seitenblüte von der der Hauptblüte nicht ab; jene besitzt nur geringere Dimensionen; in einigen Fällen wurde ein stärkeres Wachstum des hinteren Kelchblattes bei seinem ersten Auftreten beobachtet.

Salvia sclarea zu untersuchen veranlaßte mich eine Bemerkung Payers (pag. 553): „Dans le *Salvia sclarea*, quelque jeune que j'aie examiné le bouton, je n'ai jamais vu que trois sepales, un postérieur et deux antérieurs, le postérieur naissant avant les deux autres. Que sont donc devenus, les deux sépales latéraux? Avortent – ils ou bien sont – ils réunis congénitalement, soit avec le sépale postérieur, soit avec les sépales antérieurs? La position des pétales, qui sont au nombre de cinq par rapport à ces sépales, peut seule résoudre cette question, et montre que ce sépale postérieur qui semble unique, est composé de trois sépales réunis congénitalement.“ An den aus dem Tüb. botan. Garten stammenden Exemplaren konnte diese Beobachtung nicht gemacht werden, sie zeigten vielmehr alle fünf Kelchblätter entwickelt, allerdings in anderer Weise als bei *S. glutinosa*.

Auf den ersten Stufen erhalten wir wieder die bekannten Bilder; doch schon bei der Entwickelung der Vorblätter und Seitenblüten macht sich eine Abweichung von *S. glutinosa* geltend. An dem hochgewölbten Scheitel treten fast gleichzeitig die seitlichen Wölbungen der Vorblätter und der Seitenblüten auf; die Vorblätter bleiben sehr klein, so daß sie bald von den Seitenblüten überdeckt werden. An letzteren werden keine Vorblätter mehr abgegliedert. Außerdem zeigen die Seitenblüten ungleiche Entwickelung, wobei eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu beobachten ist (Taf. IV, Fig. 1). Die beiden dem gleichen Tragblattpaare entstammenden Dichasien haben die Blüten von gleichem Entwickelungsstande einander gegenüber stehen; die direkt über diesen Dichasien stehenden Blütenstände zeigen

das umgekehrte Bild; zwischen zwei benachbarten Reihen besteht keine besondere Beziehung. Äußere Gründe für diese Ungleichheit in der Entwickelung konnten nicht gefunden werden; die räumlichen Verhältnisse waren jedenfalls immer die gleichen.

Die Anlagefolge der Kelchzipfel entspricht der von *S. glutinosa;* zuerst tritt der hintere auf, wird aber bald von den seitlichen eingeholt; die zuletzt erscheinenden beiden vorderen Zipfel zeichnen sich durch starkes Wachstum aus, weshalb sie bald die drei hinteren überholt haben (Taf. IV, Fig. 2). Der kleine innere Kelchzipfel ist wieder von den seitlichen nur durch sanfte Einbuchtungen geschieden, aber die ganze hintere Kelchhälfte wölbt sich nicht als Kappe über den Scheitel her, sondern bildet mit den beiden vorderen Blättern eine gleichmäßig flache Schale, auf welcher der Blumenkronsockel sich erhebt. Die beiden vorderen Blätter sind wieder durch die größte Lücke getrennt.

Aus der weiteren Entwickelung der Blüte ist noch hervorzuheben, daß das vordere Kronblatt, sowie die beiden inneren, verwachsenen Blätter durch starkes Wachstum sich auszeichnen, während die seitlichen mehr zurückstehen. Der große freie Raum zwischen den hinteren Staubblatthügeln wird später wieder durch das innere Fruchtblatt ausgefüllt, doch liegt der Fruchtknoten mehr zentral als bei *S. glutinosa.* — Auch bei *S. sclarea* wurde beobachtet, daß das hintere Kelchblatt der Seitenblüte in der ersten Zeit rascher wächst als das der Mittelblüte.

Die Blütenbildung von *S. officinalis* stimmt im allgemeinen mit dem bei *S. sclarea* Gefundenen überein. Die Vorblätter und Seitenblüten entwickeln sich sehr rasch, die letzteren ganz gleichmäßig. Der Scheitel ist bei Anlegung des Kelches noch stark gewölbt, das hintere Kelchblatt breiter als bei *S. sclarea.* Am schnellsten wachsen wieder die beiden vorderen Blätter. Unter den Kronblattanlagen eilte die vordere am meisten voran. Die hinteren Staubblatthügel sind sehr klein.

Die Seitenblüten entwickeln nochmals Vorblätter, jedoch nur gegen das Tragblatt; die Seitenblüten 2. Ordnung zeigen ungleiche Entwickelung. Die dem Tragblatte zugekehrten Blüten wachsen rascher als die inneren. Damit steht die Beobachtung Schumanns im Widerspruch, daß die Seitenblüten 1. Ordnung überhaupt keine Vorblätter abgliedern.

Bei *Salvia pratensis* sind die Vorblätter kaum angedeutet. Der Scheitel ist während der Kelchbildung mäßig gewölbt. Die Gestaltung des Kelches ist ähnlich wie bei *S. sclarea,* nur tritt das hintere Kelchblatt noch mehr zurück. Die Blumenkrone zeigt ebenfalls eine kleine Abweichung, indem das vordere Blatt durch seine Breite sich auszeichnet. Die Seitenblüten bleiben ohne Vorblätter.

Was die Abbildungen Payers zu *S. pratensis* betrifft, so konnte ich nie eine junge Blütenanlage mit nur drei Kelchzipfeln finden (Taf. 114, Fig. 36). In Fig. 37 ist nicht ersichtlich, was der Hügel zwischen den inneren Kronblattanlagen, an der Stelle des abortiven fünften Staubblattes, zu bedeuten hat.

Salvia verticillata besitzt reichblütige Scheinwirtel. Der junge Sproß stellt eine bedeutende Ausbuchtung am Stamme dar, ehe er in die Blattachsel rückt. Vor der Differenzierung in Mittel- und Seitenblüten ist der Scheitel nur mäßig gewölbt; bald macht sich an drei Stellen stärkeres Wachstum bemerkbar, in der Mitte und zu beiden Seiten. Die erstere, kreisrunde Wölbung ist die Anlage für die Mittelblüte; aus den beiden anderen, welche schon in früher Jugend einen größeren Umfang erreichen als die Mittelblüte, gehen die Seitenblüten verschiedener Ordnung hervor. Kurz vor Beginn der Kelchbildung besitzt der Scheitel elliptischen Umriß; an dem hinteren Ende des großen Durchmessers entsteht das erste Kelchblatt (Taf. IV, Fig. 7). Die darauffolgenden seitlichen Zipfel zeigen das stärkste Wachstum. Zur Bildung des Kronfünfeckes hebt sich zuerst der innere Teil des Scheitels. Später eilt das vordere Blatt voraus; die inneren, verwachsenen Blätter sind breiter als bei den anderen Arten. Die Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln ist sehr groß zu der Zeit, wo der Scheitel sich wieder zu wölben beginnt zur Anlegung der Fruchtblätter. Letztere nehmen eine zentrale Lage ein; später füllt das innere Fruchtblatt den Raum zwischen den hinteren Staminodien und den inneren Kronblättern vollständig aus.

Die Seitenblüten erster Ordnung zeigen auf beiden Seiten eine gleichmäßige Entwickelung; bei denen zweiter Ordnung eilen die dem Tragblatte zugekehrten Blüten im Wachstume voran.

Endlich sei noch *Salvia splendens* erwähnt. Der junge Blütensproß ist langgestreckt und mäßig gewölbt; die Wölbung verschwindet auch nicht bei der Anlage des ersten Kelchblattes, mit welchem gleichzeitig die Anlagen der Seitenblüten auftreten; die Vorblätter sind nur wenig früher erschienen. Die beiden seitlichen Kelchblätter folgen rasch auf das erste, mit dem sie von Anfang an fast vollständig verwachsen sind; als eigentlicher Kelchzipfel tritt nur das hintere Blatt hervor. Die beiden vorderen Kelchblätter wachsen rasch, nach Länge und Breite, und sind nur durch eine schmale Lücke getrennt. Der ganze Kelch, welcher nur aus drei Zipfeln, einem hinteren und zwei vorderen zu bestehen scheint (Taf. IV, Fig. 9), überdeckt den inneren Blütenkörper vollständig, bevor die hinteren Staminodien-Hügel sichtbar werden. Die Anlage der Kronblätter beginnt auf der Innenseite; wenn sich aber die Ecken des Sockels zu Hügeln gestalten, eilt die vordere Anlage voraus. Ehe diese Emporwölbung stattfindet, werden die vorderen Staubblatthügel wahrnehmbar (Taf. IV, Fig. 9 a). Die Anlagen der hinteren Staminodien treten erst auf, wenn das vordere Kronblatt einen kleinen Hügel bildet. Der Scheitel ist jetzt einseitig auf der dem Stengel zugekehrten Hälfte gewölbt; er erhebt sich zu einem mächtigen Sockel von elliptischem Umriß in der Mediane der Blüte; auf diesem entstehen die beiden Fruchtblattwülste. Was den Umriß der Blüte betrifft, so verschwindet die ursprüngliche Verlängerung in der Medianrichtung infolge starken Breitenwachstumes.

Es dürfte sich empfehlen, das über die Gattung *Salvia* Gesagte kurz zusammenzufassen.

In den Hauptpunkten der Entwickelung herrscht unter allen untersuchten *Salvia*-Arten Übereinstimmung. Die Anlage des Kelches erfolgt durchweg von innen nach außen, „absteigende" Entwickelung. Die Bildung des Kronfünfeckes geht überall auf annähernd dieselbe Weise vor sich; ebenso die Entstehung der Staubblätter; vorne zwei große Hügel, die sich rasch zu fertilen Staubblättern entwickeln, hinten zwei kleine, langsam wachsende Hügel, die Anlagen der Staminodien. Immer zeigen diese Anlagen noch die Differenzierung in Filament und Anthere; dabei sind sie bereits von der Kronröhre emporgehoben. Endlich erfolgt auch die Anlegung der Fruchtblätter in der Hauptsache übereinstimmend.

Aber trotz aller Gleichheit in den wichtigsten Punkten weist doch jede einzelne Art Verschiedenheiten auf, welche es ermöglichen, zwei Gruppen abzusondern: *S. verticillata*, *officinalis*, *sclarea* und *pratensis* auf der einen, *S. splendens* und *glutinosa* auf der andern Seite. Die Unterscheidung dieser beiden Gruppen beruht vor allem auf der verschiedenen Gestaltung des Kelches. Lassen wir *S. verticillata* als den Vertreter der ersten Gruppe gelten, so zeigt sich hier eine fast gleichmäßige Ausbildung aller fünf Kelchblätter; bei *S. glutinosa* dagegen verwachsen die drei hinteren Kelchblätter bis auf winzige Zipfel und überdecken den Scheitel schon vor und während der Ausgestaltung des inneren Blütenkörpers, während bei *S. verticillata* die Kelchdeckung erst nach der Anlage aller Blütenteile vollzogen wird. Außerdem tritt bei der zweiten Gruppe das Übergewicht der vorderen Blütenhälfte bei der Entwickelung von Krone und Staubblättern viel stärker hervor als bei der ersten.

Gehen wir nun über zur Betrachtung der charakteristischen Abweichungen der einzelnen Arten und beginnen wir mit den Arten der ersten Gruppe. Der junge Sproß ist bei allen gleich stark gewölbt; die hintere Kelchblattanlage wächst am raschesten bei *S. verticillata* und *officinalis*, weniger rasch bei *S. sclarea* und am langsamsten bei *S. pratensis*. Bei *S. verticillata* eilen auch die seitlichen Kelchblätter im Wachstume voran, bei den drei andern Arten sind dagegen die beiden vorderen Kelchblätter durch rasche Entwickelung ausgezeichnet. Auch die Anlage der Kronblätter weist kleine Verschiedenheiten auf; bei *S. verticillata* und *pratensis* folgen die Wölbungen der einzelnen Blätter rasch aufeinander, etwas langsamer bei *S. sclarea*, während bei *S. officinalis* zeitlich die größten Zwischenräume zu beobachten sind. Einen extremen Fall der Kronblattbildung stellt *S. pratensis* dar, indem das vordere Blatt außerordentlich breit wird und die beiden inneren, verwachsenen sehr schmal bleiben. Die An-

lagen der Staubblätter und Staminodien zeigen in Bezug auf ihre relative Größe nur minimale Schwankungen, deshalb konnten vergleichende Messungen unterbleiben. Die Fruchtblätter haben bei *S. verticillata* und *pratensis* die gewöhnliche, zentrale Lage, bei *S. sclarea* und *officinalis* liegen sie etwas nach innen. Diese Verschiedenheit in der Lagerung der Fruchtblätter wird noch deutlicher in der zweiten Gruppe, bei *S. splendens* und *glutinosa*. In der Entwickelung der Kron- und Staubblattanlagen schließen sich diese beiden an *S. officinalis* an, zeigen aber ein noch stärkeres Überwiegen der vorderen Hälfte der Blüte. Beide Arten unterscheiden sich wiederum durch die Gestaltung des Kelches. Bei *S. glutinosa* sind die winzigen Zipfel der drei hinteren Kelchblätter auch später noch sichtbar, die beiden vorderen werden durch eine breite Lücke getrennt und stehen im Wachstume hinter der inneren Hälfte zurück. Bei *S. splendens* zeigt der hintere Kelchzipfel rasche Entwickelung, die seitlichen verschwinden fast ganz; die beiden vorderen Zipfel sind nur durch einen schmalen, nicht sehr tief gehenden Spalt von einander geschieden; beide Hälften wachsen gleich rasch. — Auch eine vergleichende Betrachtung der Seitenblüten und Vorblätter würde zu Unterscheidungsmerkmalen führen.

Monarda punctata. (Taf. IV, Fig. 10—14.)

Mit der Blütenentwickelung, wie wir sie bei *Salvia* gefunden haben, berührt sich in vielen Punkten diejenige von *Monarda punctata*, doch läßt sie sich nicht direkt an eine der untersuchten *Salvia*-Arten anreihen.

In dem jüngsten Stadium, das sich finden ließ, sind die Sprosse bereits in die Blattachsel gerückt und haben mächtigen Umfang angenommen. Sie bilden einen großen Körper, auf welchem der Scheitel als kleine runde Kuppe sich erhebt; eine schwache Einsenkung zu beiden Seiten läßt den Ursprung der verwachsenen Sprosse noch erkennen (Taf. IV, Fig. 10). Der vegetative Scheitel wächst noch einige Zeit weiter (Taf. IV, Fig. 11), und bildet schließlich einen langen Zapfen, welcher, von den Blütenwirteln weit überragt, keine weiteren Organe mehr abgliedert. Die zwei Vorblattpaare erster Ordnung entwickeln sich sehr rasch und erreichen etwa die Größe der Tragblätter. Diese Vorblätter stehen sowohl bei der Anlage als auch im ausgewachsenen Zustande transversal; sie schließen mit den beiden Tragblättern zusammen die zwei Wirtel vollständig ein. Die kleineren Vorblätter höherer Ordnung bilden innerhalb dieser ersten Hülle weitere, mehr oder weniger vollkommene Umhüllungen. An den einzelnen Blüten wird ein Stielchen kaum ausgebildet; daher erhält der Blütenstand bei der reichen dichasialen Verzweigung die Form eines Blütenköpfchens. Nach den ersten Dichasien findet Übergang zum Wickel statt.

Betrachten wir nunmehr die Entwickelung der einzelnen Blüte. Die erste Anlage der Kelchblätter läßt sich hier nicht so deutlich beobachten wie sonst. Zunächst erhebt sich in der Mediane des gewaltigen Achselsprosses ein elliptischer Körper, welcher bald nach innen zu breiter wird. Aber erst nach einiger Zeit sind die Anlagen der drei hinteren Blätter zu erkennen (Taf. IV, Fig. 12); und zwar ist das hintere Blatt zuerst deutlich als kleiner Hügel wahrnehmbar und unmittelbar darauf die beiden seitlichen. Etwas später werden auch die vorderen Blattzipfel angelegt. Der Scheitel ist in diesem Alter nur mäßig gewölbt. Die weitere Entwickelung des Kelches entspricht der Anlagefolge.

Der fünfeckige Sockel für die Kronblattanlagen wird wieder in der Weise erzeugt, daß zuerst der innere Teil des Scheitels gehoben wird. Bevor aber an der vorderen Kronblattecke Hügelbildung wahrgenommen werden kann, treten bereits die Staubblattanlagen auf, zuerst die vorderen und sehr rasch auch die kleinen hinteren; die großen vorderen Staubblatthügel sind kreisrund, die hinteren Staminodial-Anlagen erreichen den Grad der Ausbildung wie bei *Salvia* nicht mehr, sie stellen nur noch kleine, keulenförmige Zäpfchen an der Kronblattröhre dar. Die Lücken zwischen den Staubblatthügeln sind sehr groß, am bedeutendsten wieder zwischen den beiden inneren. Die Hügelbildung an den Orten der Kronblattanlagen erfolgt aufsteigend; große Zeitzwischenräume können dabei nicht wahrgenommen werden. Das vordere Blatt ist das größte nach Länge und Breite, die beiden inneren lassen sich an dem schwachen Einschnitte noch als zwei Anlagen erkennen. Nachdem die Kronblätter sich ringsum zu

heben angefangen, wölbt sich der Scheitel, welcher während der Bildung der Staubblatthügel ganz eben geworden war, nochmals empor zur Anlage der Fruchtblätter.

Horminum pyrenaicum. (Taf. IV, Fig. 15 u. 16.)

Die Entwickelung von *Horminum pyrenaicum* bringt nur wenig Neues. Der Kelch wird, wie immer, absteigend angelegt, die drei hinteren Blattanlagen wachsen langsam und werden schon früh von den vorderen überholt. Unter den Kronblättern eilt das vordere weit voraus in Länge und Breite, während die verwachsenen inneren Blätter schmal sind. Die Hügel der rasch nacheinander auftretenden Staubblattpaare sind kreisrund, die hinteren etwas kleiner; die Lücke, welche die letzteren trennt, erreicht nicht die Größe, welche wir sonst gefunden haben. Der Blütenkörper ist vorne wesentlich breiter als hinten.

Satureia mutica. (Taf. IV, Fig. 17 u. 18.)

Der hochgewölbte primäre Scheitel von *Satureia mutica* wird während der Erzeugung der gegenständigen Tragblattanlagen fast eben, hebt sich aber rasch wieder. Die Wölbungen der Achselsprosse treten erst viel später am Scheitel, direkt über der Ansatzstelle der Tragblätter, heraus. Die schon weit fortgeschrittenen Tragblätter lassen sich leicht ablösen, deshalb kann der Blütensproß in frühester Jugend ohne die geringste Verletzung frei gelegt werden. Im Aufrisse ist er stark gewölbt, im Querschnitte stellt er einen langen, an den Enden abgerundeten Wulst dar. Bei der Anlage der Vorblätter wiederholt sich der beim primären Scheitel beschriebene Vorgang; sie wachsen sehr rasch und überragen den Sproßscheitel bereits zur Zeit der Anlage des ersten Kelchblattes. Zur gleichen Zeit, wie das hintere Kelchblatt, treten auch die Wölbungen der Seitenblüten auf. Das hintere Kelchblatt ist breit; das seitliche und das vordere Blattpaar folgen rasch. Nachdem alle fünf Ecken sichtbar sind, zeigt der Blütenkörper vorne die gleiche Breite wie in der Höhe der beiden hinteren Kelchblätter. Bei der weiteren Entwickelung des Kelches bleibt das hintere Blatt etwas zurück, während die vorderen durch starkes Wachstum sich auszeichnen (Taf. IV, Fig. 17).

Über die weitere Gestaltung der Blüte ist zu bemerken, daß gleichzeitig mit der seitlichen Wölbung der vorderen Kronblattanlage die vorderen Staubblatthügel auftreten; auf diese folgen sofort die hinteren Staubblattanlagen. Später sind die Hügel beider Paare an Größe kaum verschieden. Die Kronblätter wachsen alle fast gleichmäßig; die inneren sind tief eingeschnitten. Die Fruchtblätter werden sehr spät angelegt, wobei das vordere etwas größer ist als das innere. Was die Form des Blütenkörpers betrifft, so stellt der Sockel der Krone zur Zeit der vorderen Staubblattanlage ein regelmäßiges Fünfeck dar; später ist der Umriß der Blüte in der Richtung der Mediane verlängert.

Der Entwickelungsgang von *Melissa officinalis* hat nur unwesentliche Abweichungen aufzuweisen.

Hyssopus officinalis. (Taf. IV, Fig. 19.)

Auch *Hyssopus officinalis* bringt keine größeren Verschiedenheiten. Der Kelch wird absteigend angelegt; dem entsprechend verläuft das weitere Wachstum; das hintere Blatt eilt etwas stärker voraus. Die Anlage von Blumenkrone und Staubblättern erfolgt wie gewöhnlich; die Staubblatthügel sind klein, zwischen den vorderen und den hinteren besteht in der Größe kaum ein Unterschied. Der Scheitel bildet einen hohen Sockel, ehe er zur Anlegung der Fruchtblätter schreitet. Das innere Fruchtblatt füllt später wieder die große Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln aus.

Thymus serpyllum. (Taf. IV, Fig. 20.)

Bei *Thymus serpyllum* zeichnen sich die drei hinteren Kelchblätter durch rasches Wachstum aus. Die weitere Entwickelung erfolgt wie bei den vorhergehenden Gattungen. Das beinahe regelmäßige

Fünfeck der Blumenkrone bleibt sehr lange erhalten. Da alle vier Staubblatthügel gleichmäßig elliptischen Grundriß besitzen, so lassen sich die Winkel, welche die großen Durchmesser der Ellipsen mit der Mediane der Blüte bilden, messen. Der Winkel für die vorderen Hügel beträgt 53—54°; der Winkel, welchen der Durchmesser einer hinteren Ellipse mit der Mediane einschließt, beträgt ca. 20°. Daraus folgt, daß die Durchmesser der vorderen Ellipsen sich unter einem Winkel von 106—108° schneiden; und ebenso beträgt der Winkel, unter welchem die Durchmesser einer vorderen und einer hinteren Ellipse sich treffen, 106—107°. Mit anderen Worten: die Staubblatthügel bilden ein fast regelmäßiges Fünfeck — beim regulären Fünfeck beträgt der Winkel zwischen zwei anstoßenden Seiten 108° —, an welchem die innere Ecke nicht vertreten ist.

Mentha aquatica. (Taf. IV, Fig. 21—24.)

Bei *Mentha aquatica* findet nach zweimaliger dichasialer Verzweigung Übergang zum Wickel statt. Die Vorblätter wachsen rasch und konvergieren schon früh nach vorne; ebenso auch die Seitenblüten. Der ursprünglich kreisrunde Querschnitt des Scheitels ist elliptisch in der Medianrichtung, kurz bevor auf der Innenseite die Anlage des ersten Kelchblattes sichtbar wird. Zugleich mit dieser Auswölbung wird der Scheitel hinten breiter, jedoch treten die seitlichen Blattanlagen erst spät auf und sind von Anfang an durch einen Wall mit dem breiten inneren Kelchblatte verbunden. Der Scheitel, welcher bei der Anlage des ersten Kelchblattes noch mäßig gewölbt war, ist nun fast eben geworden (Taf. IV, Fig. 21); er wölbt sich aber auf der Innenseite wieder empor, gleichzeitig mit dem Hervortreten der vorderen Kelchzipfel (Taf. IV, Fig. 22). Die letzteren zeichnen sich nicht durch so starkes Wachstum aus wie die drei anderen, welche indessen auch sehr breit geworden sind. Der innere Teil des Scheitels wird auch weiterhin bevorzugt; die seitlichen Wölbungen der inneren Kronblätter, sowie die Hügel der hinteren Staubblattanlagen treten zuerst auf. Dabei ist der Scheitel nahezu eben geworden und wölbt sich erst nach der Anlage der vorderen Staubblätter wieder empor. Entsprechend der Anlage wachsen die breiten inneren Kronblätter, deren Ursprung nur durch eine schwache Einsenkung angedeutet ist, am schnellsten, die seitlichen bleiben mehr zurück, und das vordere ist in Breite und Höhe am unbedeutendsten. Die Staubblatthügel zeigen alle kreisrunden Querschnitt, die hinteren sind wesentlich größer als die vorderen; die ersteren trennt, wie immer, eine breite Lücke, die vorderen stehen sehr nahe bei einander, während der Abstand zwischen den vorderen und hinteren Anlagen bedeutend ist.

Perilla arguta. (Taf. IV, Fig. 25—27.)

Perilla arguta hat Payer benutzt, um die Entwickelung der Kelchblätter zu zeigen; auf der ersten Abbildung ist das erste Kelchblatt gerade sichtbar, die zweite und dritte Figur bringt das Auftreten der seitlichen Zipfel, von vorne und von der Seite gesehen; eine vierte Figur zeigt alle fünf Kelchblätter angelegt. Auf der letzteren ist der Unterschied zwischen dem hinteren und den beiden seitlichen Zipfeln hervorgehoben; weiteres läßt sich mit Bestimmtheit aus diesen Figuren nicht entnehmen.

Der vegetative Scheitel ist halbkreisförmig gewölbt; daran treten zu beiden Seiten, direkt über der Ansatzstelle der Tragblätter, die Wölbungen der Blütensprosse hervor. Der junge Sproß nimmt bedeutend an Umfang zu, ehe er in die Blattachsel rückt. Zu gleicher Zeit wie die Vorblätter wird das hintere Kelchblatt angelegt. Auf das erste Blatt folgen unmittelbar die seitlichen, welche im Wachstume so rasch voraneilen, daß das dürftig wachsende hintere Blatt nur mehr die Verbindung zwischen den seitlichen darzustellen scheint; später bildet es auf breitem Walle einen niedrigen Höcker. Nachdem auch die Ecken der vorderen Kelchblätter sichtbar geworden sind, hat der mäßig gewölbte Scheitel zunächst noch kreisrunden Querschnitt (Taf. IV, Fig. 25). Der mediane Durchschnitt zeigt uns aber, daß er sich auf der Innenseite bereits etwas gehoben hat zur Bildung des fünfeckigen Sockels der Krone. Blumen- und Staubblätter werden aufsteigend angelegt; die fünf Kronblätter sind in der Breite einander fast gleich, die verwachsenen inneren zeigen eine sanfte Einbuchtung. Die vorderen

Staubblatthügel sind etwas größer als die hinteren, welche von den großen seitlichen Kelchzipfeln bereits überdeckt werden. Die raschere Entwickelung des linken vorderen Staubblattes (Taf. IV, Fig. 27) ist eine abnorme Bildung. Nach Anlage der Staubblätter hebt sich der Scheitel wieder, aber nicht, um direkt die Fruchtblätter zu erzeugen, sondern er bildet zunächst einen niedrigen Sockel von elliptischem Grundrisse; auf diesem erheben sich dann die beiden Fruchtblattanlagen. Durch den Sockel wird erst die breite Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln ausgefüllt.

Elsholtzia cristata. (Taf. IV, Fig. 28.)

Über die Blütenstände von *Elsholtzia cristata* schreibt W y d l e r: „Die Einseitswendigkeit der Blütenzweige läßt sich nirgends schöner beobachten als bei *Scutellaria* und *Elsholtzia cristata*; die später im höchsten Grade einseitswendigen netzförmigen Hochblätter und Blütenwickeln der letzteren Pflanze sind an jungen Trieben noch völlig rechtwinklig opponiert-dekussiert; die sich alsdann deckenden Hochblättchen gleichen einem weiblichen Hopfenzäpfchen. Schon vor dem Aufblühen der Wickel wenden sich sämtliche Hochblattpaare nach „einer“ Seite hin, so daß sie in eine senkrechte Ebene übereinander zu stehen kommen, wobei an den Seitenzweigen der Rücken der Hochblätter, d. h. ihre untere Fläche nach der Haupt- oder Abstammungsachse, die obere (oder vordere) Fläche samt der Blütenwickel nach außen gekehrt wird; die Laubblätter hingegen behaupten ihre rechtwinklig durchkreuzte Stellung. Da die Hochblätter am Gipfel des Stengels und der belaubten Zweige nahe beisammen entspringen und die ihnen angehörigen Blütenwickel deshalb ebenfalls dicht stehen, so erscheint die Gesamtinfloreszenz als eine einseitswendige Ähre. Die Wickeln zweier einander gegenüberliegenden Hochblätter konvergieren zwei dichte Reihen bildend gegeneinander. Noch ist einer anderen Merkwürdigkeit der Hochblätter Erwähnung zu tun; sie zeigen nämlich an ihrer verschmälerten Basis (die man für ein Stielchen nehmen kann) eine schwielige Anschwellung, aber sonderbarerweise besitzt nur das eine Blatt jedes Hochblattpaares eine solche, und es wechselt die Schwiele regelmäßig von Paar zu Paar. Hat nämlich an dem einen Paar das rechtse Blatt eine Schwiele, so hat am folgenden das linkse, am dritten wieder das rechtse u. s. f.; es bilden sich mithin längs der senkrecht stehenden Hochblätter zwei Schwielenreihen, welche ohne allen Zweifel zu ihrer Einseitswendigkeit in Beziehung stehen.“

Was die erste Hälfte von W y d l e r s Ausführungen betrifft, so stimmt damit unsere Untersuchung vollkommen überein; nicht bloß in der Anlage, sondern noch während der ganzen Entwickelung zeigen die Blütenstände von *Elsholtzia* keine Abweichung von den für die Labiaten typischen Verhältnissen; das Drehen findet erst während der Entfaltung statt. Anders verhält es sich mit der zweiten „Merkwürdigkeit“. Bis zu der Zeit, da am Grunde der Tragblätter sich kleine Stielchen absondern, konnte ich von „schwieligen Anschwellungen“ nichts bemerken.

Elsholtzia cristata besitzt reiche dichasiale Verzweigung, immer kommen die Seitenblüten dritter Ordnung noch zur Entfaltung; beim zweiten Dichasium entwickelt sich jedoch der dem Tragblatte zugekehrte Sproß rascher als der andere, dem Stamme zugewandte. Beim dritten Dichasium tritt dies dann noch auffallender hervor.

Der primäre Scheitel ist hochgewölbt und verflacht sich nicht bei Auswölbung der Tragblätter. Der junge Blütensproß erreicht bedeutenden Umfang, ehe er in die Blattachsel rückt. Von der hinteren Kelchblattanlage ist bald nichts mehr zu sehen, das Blatt geht vollständig auf in dem Walle, welcher die beiden seitlichen Zipfel verbindet. Nachdem auch die Anlagen der beiden vorderen Kelchblätter aufgetreten sind, unterscheidet sich im Grundrisse die hintere Hälfte der Blüte von der vorderen nur dadurch, daß sie etwas breiter und die innere Seite mehr gebogen ist als die vordere. Der Kelch wächst sehr langsam, um so rascher der Scheitel mit Bevorzugung der inneren Hälfte; während und nach der Kelchbildung ist er hochgewölbt. Die Gestaltung des Kronensockels geht von innen nach außen vor sich; auch die Hügelbildung beginnt bei den inneren Kronblättern. Die Staubblattanlagen erscheinen so rasch nacheinander, daß ein Unterschied kaum festgestellt werden kann; auch in der Größe sind die vorderen und hinteren Hügel nur wenig verschieden. Unter den Kronblättern besitzen die inneren und das

vordere das stärkste Wachstum; an den ersteren läßt sich keine Spur von einem Einschnitte mehr erkennen. Zwischen diesen Kronblättern und dem bereits weit fortgeschrittenen inneren Fruchtblatte besteht immer noch eine breite und tiefe Lücke (Taf. IV, Fig. 28).

Hyptis pectinata und *Plectranthus coleoides* Benth., aus dem Berliner botanischen Garten stammend, zeigten keine wesentlichen Abweichungen; zwischen dem hinteren Staubblatthügel dehnt sich, wie gewöhnlich, eine große Lücke aus; von einem fünften Staminodium konnte nichts wahrgenommen werden.

Coleus atropurpureus. (Taf. IV, Fig. 29.)

Der Scheitel des jungen Blütensprosses fällt bei *Coleus* stark nach vorne ab; das hintere Kelchblatt entsteht an der höchsten Stelle des Scheitels. Ihm folgen rasch die seitlichen; alle drei besitzen rasches Wachstum, so daß sie bald breite Läppchen bilden. Deshalb bleibt für die beiden vorderen Zipfel eigentlich nur noch die Vorderseite des Blütenkörpers übrig. In einigen Fällen wurde ein Zurückbleiben des hinteren Kelchzipfels beobachtet; der Kelch hat dann eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von *Perilla*. Als weitere Abnormität wurde das hintere Kelchblatt gespalten gefunden. Das weitere Wachstum des Kelches entspricht der Anlage; die einzelnen Zipfel werden durch tiefe Lücken getrennt. Bei der Anlegung der Kronblätter hebt sich der Scheitel wieder, zuerst auf der Innenseite, sehr rasch aber auch vorne, bis er einen flachen, fünfeckigen Sockel darstellt. An diesem beginnt vorne die Hügelbildung und zur gleichen Zeit entstehen die vorderen Staubblattanlagen, welche kreisrunden Querschnitt besitzen und an Umfang die unmittelbar folgenden hinteren Staubblatthügel etwas übertreffen. Der Umriß der Krone weicht von der Form des regulären Fünfecks erheblich ab, indem die hintere und die an sie angrenzenden Seiten besonders lang sind. Der leere Raum zwischen den inneren Staubblatthügeln und den eingebuchteten Kronblättern fällt hier besonders auf.

Ocimum. (Taf. IV, Fig. 30—34.)

Die ersten Stufen der Entwickelung des Blütensprosses von *Ocimum canum* zeigen keinerlei Abweichungen. Das hintere Kelchblatt, zuerst angelegt, wächst während der Anlage der seitlichen und vorderen Zipfel sehr rasch. Bald aber überholen die vorderen Blätter die seitlichen und diese wieder das hintere Blatt; doch sind schließlich die Unterschiede nicht bedeutend. Nach Anlage des Kelches ist der Scheitel immer noch stark gewölbt, und zwar anfangs ganz gleichmäßig. Dann beginnt er sich innen zu heben, und allmählich auch vorne, bis der Kronensockel wieder zustande gekommen ist. Bald darauf werden, zu gleicher Zeit, die Hügel des vorderen Blumenblattes und der vorderen Staubblätter emporgewölbt; darauf zeigt auch der bei Bildung des Kronfünfecks flach gewordene Sockel eine sanfte Wölbung, welche in der Richtung der Mediane sich über die ganze innere Hälfte erstreckt; infogedessen ist der Sockel an der Stelle, wo später die Einsenkung zwischen den inneren Kronblattanlagen sichtbar wird, etwas höher als gewöhnlich. Zwischen dem Erscheinen der vorderen und der hinteren Staubblattanlagen verfließt geraume Zeit, dabei ist der Größenunterschied der beiderlei Hügel nicht bedeutend; die vorderen besitzen elliptischen, die hinteren beinahe kreisrunden Querschnitt. Sie wachsen rascher als das vordere Kronblatt, das, wie es scheint (Taf. IV, Fig. 31 a), bald auch von den inneren, verwachsenen Blumenblättern eingeholt wird. In Wirklichkeit gehört jedoch der Hügel, welcher zunächst nur im Längendurchschnitte sich erkennen läßt, nicht dem inneren Kronblattpaare an, vielmehr stellt er die Anlage des fünften Staubblattes dar. Bald wird auch in der Oberflächenansicht sein kreisförmiger Umriß sichtbar; der Hügel ist viel kleiner als die hinteren seitlichen Staubblatthügel und wird nach kurzer Zeit von den Blumenblättern emporgehoben (Taf. IV, Fig. 32 a). Eine weitere Entwickelung erfährt die Anlage nicht mehr, denn nur wenig später ist an der Stelle des Staminodiums nur mehr eine kleine Verdickung der Kronröhre wahrzunehmen.

Um die Entwickelung der Fruchtblattanlagen zu verfolgen, müssen wir auf Fig. 31 a zurückkommen. Der höchste Punkt der Scheitelwölbung liegt dort nicht in der Mitte, sondern mehr nach vorne; später ist der Hügel des vorderen Fruchtblattes höher als der der inneren Anlage.

Ocimum basilicum besitzt wohl einen großen freien Raum zwischen den hinteren Staubblatthügeln, aber von dem Staminodium läßt sich auch nicht eine Spur entdecken.

Zusammenfassung.

Lassen wir die für die einzelnen Arten charakteristischen Merkmale beiseite und entnehmen der Darstellung der Einzelheiten nur das allen Gemeinsame, so erhalten wir den für die Labiaten-Blüte typischen Entwickelungsgang.

Der vegetative Scheitel ist hochgewölbt und besitzt kreisrunden Querschnitt. Die Tragblätter treten, entsprechend ihrer Gegenständigkeit, zu beiden Seiten des Scheitels als langgestreckte Wülste auf. Direkt über der Ansatzstelle der Tragblätter erscheinen die Wölbungen der ebenfalls gegenständigen Blütensprosse. Sie wachsen gleichmäßig und rücken allmählich in die Blattachsel; ihr Umriß stellt eine Ellipse dar, deren großer Durchmesser senkrecht auf der Medianebene des Tragblattes steht. Früh macht sich auf der dem Stengel zugekehrten Seite des Sproßscheitels stärkeres Wachstum bemerkbar. Zuerst werden dann, an den Enden des großen Durchmessers, die Vorblätter abgegliedert, welche anfangs nur im Aufrisse als seitliche Wölbungen zu erkennen sind. Bevor zur Anlage des Kelches geschritten wird, hebt sich der Scheitel. Das erste Blatt tritt an der Innenseite hervor und bildet im Querschnitte eine stumpfe Ausbuchtung an dem beinahe kreisrunden Scheitel. Zur selben Zeit entstehen rechts und links, direkt über den Vorblättern, die Seitenblüten, welche in ganz der gleichen Weise sich entwickeln wie die Mittelblüte. Auf das hintere Kelchblatt folgen schnell die hinteren seitlichen und schließlich die beiden vorderen Blattanlagen. Alle fünf Kelchblätter sind durch einen gemeinsamen basalen Teil verbunden, der unmittelbar nach dem Erscheinen der Blattanlagen gebildet wird. Der Grundriß der Blütenanlage besteht in einem Fünfeck mit ungleichen Seiten; das Paar, welches von der inneren Ecke ausgeht, ist gleich; ebenso bilden die an jene sich anschließenden Seiten ein gleiches Paar, welches durch die Länge der Seiten vor den drei andern sich auszeichnet.

Nach der Anlage des Kelches zeigt der Scheitel gleichmäßige Wölbung; bald aber beginnt er sich auf der Innenseite zu heben, um die Bildung der Kronblätter einzuleiten. Diese schreitet von innen nach außen fort. Auf diese Weise entstehen an den fünf, den Lücken zwischen den Kelchzipfeln gegenüberliegenden Punkten stumpfe Ecken. Bei der Bildung dieser Ecken verliert der Scheitel die Wölbung fast vollständig, so daß auf der flachen Kelchschale sich nunmehr ein ebener, fünfseitiger Sockel erhebt. Die Entfernung der inneren Ecken von den beiden seitlichen vorderen ist größer als die Strecken zwischen diesen und der medianen vorderen Ecke. Alle fünf bilden sodann kleine Hügel, vorne beginnend. Zur gleichen Zeit, wo die vordere Ecke sich nach oben emporwölbt, treten zu beiden Seiten die vorderen Staubblattanlagen auf. Die Entwickelung der Staubblätter schreitet also von außen nach innen fort, ebenso wie die Hügelbildung der Kronblätter. Die hinteren seitlichen Staubblattanlagen sind etwas kleiner als die vorderen; der innere mediane Hügel stellt ein rudimentäres Organ dar, die Anlage des fünften Staminodiums. Die Staubblätter stehen vor den Kelchblättern und dem Mittelpunkte des Scheitels etwas näher als die Blumenblätter. Von den letzteren ist das vordere breiter als die andern; die inneren sind fast vollständig verwachsen, ein schwacher Einschnitt zeigt den getrennten Ursprung an. Alle fünf werden untereinander durch einen ähnlichen Wall verbunden wie die Kelchblätter; dieser hebt später die mit ihm verwachsenen Staubblätter empor.

Nach Anlegung von Krone und Staubblättern wölbt sich der Scheitel, welcher bei der Bildung der Blumenblätter flach geworden war, nochmals empor und erzeugt einen niedrigen Sockel, auf dem, in der Mediane der Blüte, die beiden Fruchtblätter sich erheben. Sie stellen kleine Wülste von halb-

mondförmigem Umrisse dar; die Öffnungen der Bogen sind einander zugekehrt. An ihren Enden verwachsen sie rasch und bilden einen elliptischen Ringwall, welcher vorne und hinten die größten Erhebungen aufweist.

Über den Umriß der ganzen jungen Blüte ist noch zu erwähnen, daß in der Kelchregion anfangs der obere, in der Kronregion dagegen der untere Teil breiter ist.

Gehen wir nun über zur Würdigung der den einzelnen Gattungen bezw. Arten zukommenden Verschiedenheiten. Einen bedeutenden Anteil beansprucht dabei die Reduktion einzelner Glieder der Blüte. Abnormale Bildungen sind selten, wenn man die wenigen dafür gefundenen Beispiele mit der großen Zahl der im ganzen untersuchten Blüten vergleicht. Schon beim ersten Auftreten des Blütensprosses sind Variationen zu verzeichnen; hier rückt er früher, dort später in die Achsel des Tragblattes. Wichtiger ist die Erscheinung, daß am Sproßscheitel die Bevorzugung des inneren Teiles im Wachstume nicht überall in gleichem Maße auftritt; besonders stark eilt die innere Hälfte voran bei *Teucrium*, *Lavandula*, *Dracocephalum* und *Phlomis*, sehr wenig bei *Salvia*. Die Vorblätter bilden in der Regel ansehnliche Blattzipfel; bei *Salvia officinalis* bleiben sie sehr klein, tragen aber noch Seitenblüten; bei *Scutellaria* sind sie steril und *Teucrium* zeigt nur noch kleine Rudimente.

Bei der Kelchbildung können wir zwei Gruppen unterscheiden, eine, bei welcher die weitere Entwickelung der Anlagefolge entspricht, und eine zweite, bei der die vordere Hälfte des Kelches überwiegt. Als Vertreter der ersten Gruppe seien angeführt: *Lavandula*, *Teucrium*, *Stachys;* für die zweite kommen in Betracht *Scutellaria* und *Elsholtzia*. Im Verschwinden begriffen ist das hintere Kelchblatt bei *Perilla* und *Elsholtzia;* bei *Scutellaria* und *Melittis* tritt es gar nicht mehr als besonderer Zipfel auf. Eine Sonderstellung nehmen *Salvia glutinosa* und — *splendens* ein; bei beiden sind die drei hinteren Blätter fast vollständig verwachsen, doch mit dem Unterschiede, daß beim ersteren noch alle drei Blätter gleichmäßig als kleine Zipfel sichtbar sind, während beim zweiten die seitlichen Zipfel vollständig verschwinden.

Die absteigende Entwickelung der Kronblattanlagen konnte nur bei zwei Arten nicht festgestellt werden, bei *Scutellaria* und *Stachys affinis;* bei beiden entstehen die seitlichen Blätter zuletzt. Die Weiterentwickelung geht der Anlage entsprechend vor sich bei *Lavandula*, *Marrubium*, *Phlomis*, *Lamium*, *Ballota* und den meisten *Stachys*-Arten. Bei der Mehrzahl zeigt die vordere Hälfte später stärkeres Wachstum, so bei *Teucrium*, *Glechoma*, *Melittis* u. s. w. Das vordere Blumenblatt ist meist sehr breit, die seitlichen bilden kleine, schmale Lappen; die beiden inneren sind entweder vollständig verwachsen, so daß auch nicht die geringste Spur eines Einschnittes übrig bleibt *(Brunella*, *Lamium)*, oder sie zeigen noch einen mehr oder weniger tiefen Einschnitt *(Ballota*, *Lavandula*, *Marrubium* etc.).

Unter den Staubblättern erscheinen in der Regel zuerst die vorderen, nur bei wenigen Arten treten die inneren Staubblatthügel vor den anderen auf: *Dracocephalum*, *Phlomis*, *Elsholtzia*. Die beiden vorderen sind immer fertil, die beiden seitlichen werden bei *Salvia* und *Monarda* zurückgebildet; bei *Salvia* zeigen sie noch Differenzierung in Filament und Antherenköpfchen, bei *Monarda* bestehen sie nur mehr aus keulenförmigen Zapfen. Das größte Interesse hat immer das fünfte Staubblatt in Anspruch genommen; seit P a y e r ist seine Existenz bezw. die des Staminodiums viel umstritten. Aus vergleichend-morphologischen Gründen müssen wir ein fünftes Staubblatt ergänzen. P a y e r will nun bei *Stachys recta* und *Lavandula densa* staminodiale Bildungen beobachtet haben. Die Untersuchungen C h a t i n s und B r i q u e t s führten zu einem negativen Resultate. Unsere eigenen Beobachtungen haben gezeigt, daß bei *Ocimum canum*, das von keinem der genannten Autoren untersucht worden ist, beständig das Staminodium angelegt wird. Eine Vergleichung mit der Staminodialanlage bei *Verbena* legt die Vermutung nahe, daß die Verdickung der Verwachsungsstelle der inneren Kronblätter von *Glechoma*, *Nepeta* und *Dracocephalum* als letzter Überrest des fünften Staubblattes zu beanspruchen sei.

Von der gleichmäßigen Entwickelung der beiden Fruchtblätter weichen ab *Teucrium chamaedrys*, *Satureja mutica* und *Ocimum canum*, indem hier der vordere Fruchtblatthügel etwas größer ist als der innere.

In der eben gegebenen Übersicht haben wir nur einige der auffallendsten Unterschiede hervorgehoben; die Untersuchung selber aber hat ergeben, daß nicht bloß die einzelne Gattung, sondern jede Art ihre ganz bestimmte Blütenentwickelung besitzt, welche für sie konstant ist. Eine eingehende, vergleichende Betrachtung der Abbildungen zeigt uns, daß jedes Kelchblatt, jedes Staubblatt, überhaupt jedes Glied der Blüte bei jeder Art in jedem Entwickelungsstadium eine charakteristische Modellierung besitzt. Die bis ins Kleinste gehenden Unterschiede in der Gestaltung können unmöglich eine befriedigende Erklärung finden durch die mechanische Theorie von Schwendener-Schumann. Bei diesen feinsten Vorgängen kommen „Kontakt" und im Zusammenhang damit „Druck und Zug", „äußere Kräfte", gar nicht oder nur wenig in Betracht; es sind in erster Linie innere Ursachen, welche die Form der Blütenglieder und damit auch der ganzen Blüte bewirken. Unter inneren Ursachen begreift Vöchting „die sämtlichen Bedingungen, welche sich aus der Konfiguration der den Körper zusammensetzenden Teile ergeben." Sie äußern sich bei der Entwickelung der Blüte als Symmetriegesetze; „diese beruhen auf der spezifischen Struktur der Art oder des engeren Formenkreises, dem das Individuum angehört; man könnte auch sagen, sie sind ein Ausdruck dieser spezifischen Struktur. Wie die Form des Krystalles von der Natur des Salzes abhängt, so ist auch, mag sonst die Verschiedenheit noch so groß sein, die organische Form von der Struktur nicht getrennt zu denken" (II, pag. 113). Wir haben also sämtliche Formen als erblich, als phylogenetisch zu betrachten, wie schon Nägeli hervorgehoben hat (pag. 494): „Die beim ontogenetischen Wachstum an den Caulomspitzen primär auftretenden Stellungen sind beständig und durch Vererbung bestimmt, was sich namentlich bei der vergleichenden Morphologie der Blüte klar herausstellt."

Das Werk Schumanns bietet ein lehrreiches Beispiel für den schädlichen Einfluß, den eine Theorie auf einen Beobachter ausüben kann. Welche Summe von Arbeit und Mühe wird notwendig sein, um all die Irrtümer zu beseitigen, die dieser Autor, obschon er offenbar vom besten Willen beseelt war, begangen hat!

Zum Schlusse müssen wir noch die Ausführungen Goebels über die Labiatenblüte auf Grund des vorliegenden Tatsachenmateriales als nicht zutreffend zurückweisen (pag. 291): „Die zwei Blumenblattanlagen, welche die Oberlippe liefern, wachsen hier sehr früh schon so vereint, als ob sie ein einziges Blatt wären. Dem entspricht auch die Stellung der Staubblattanlagen. Es treten hier nur vier auf. Diese sind aber nach den Figuren von Payer bei *Stachys recta*, von Sachs bei *Lamium album* und meinen eigenen Wahrnehmungen nicht so gestellt, daß für das Staminodium zwischen den beiden die Oberlippe bildenden Blumenblattanlagen ein leerer Platz übrig bliebe, sondern sie stehen in einem vierzähligen Wirtel, mit annähernd gleichen Abständen." Wir haben gesehen, daß genügender Raum immer vorhanden ist und daß somit „äußere Gründe" für das Ausbleiben der fünften Staubblattanlage nicht angeführt werden können.

II. Verbenaceae. (Taf. V, Fig. 1—15.)

Was die Verwandtschaftsverhältnisse der Verbenaceen betrifft, so schreibt darüber Baillon (pag. 90): Cette famille n'était pas autrefois distinguée de celle des Labiées. Le premier qui la constitua fut A.-L. de Jussieu, sous le nom des Viticés. Il ne lui donna qu'en 1806 le nom de Verbénacées." Auf Grund der späteren Forschungen kommen jedoch sowohl Baillon wie Briquet zu dem Ergebnis, daß die Beziehungen zwischen Labiaten und Verbenaceen so eng sind, daß nur künstlich eine Grenze gezogen werden kann.

Die Entwickelungsgeschichte der Verbenaceenblüte wurde zuerst von Payer dargestellt. Nach dem Bau des Fruchtknotens teilt er die Familie in zwei Gruppen; als Typen dienen *Verbena* und *Spielmannia*. Außer diesen beiden Gattungen untersuchte er noch *Lippia*. Die Blüten sitzen bei den „Verveines" in großer Zahl am Stamme; da aber die Länge des Stengels bei den einzelnen Gattungen verschieden ist, so besteht die Infloreszenz bald aus einer Ähre *(Verbena officinalis)*, bald aus einem

Köpfchen *(V. pulchella)*. Bei *Spielmannia africana* entsteht jede Blüte in der Achsel eines nicht zur Braktee metamorphosierten Blattes. Fünf Kelchblätter bilden den Kelch von *Verbena*. Anfangs frei, verwachsen sie bald und stellen einen gamosepalen, fünfspaltigen Kelch dar. Die beiden vorderen Blätter entstehen zuerst, dann die beiden seitlichen und zuletzt das hintere. *Lippia* hat immer nur vier Kelchzipfel. Die Kronblätter, bei *Verbena* ebenfalls in der Fünfzahl vorhanden, alternieren mit den Kelchblättern und zeigen aufsteigende Entwickelung. Die kleinen Hügel sind ursprünglich vollständig frei, verwachsen aber bald; infolge ungleichen Wachstumes kommt eine zweilippige Krone zustande. In der Blütenknospe bedecken die beiden hinteren Blätter die seitlichen und diese wiederum das vordere. *Lippia* besitzt, entsprechend den vier Kelchblättern, nur vier mit diesen alternierende Kronblätter. Staubblätter sind nur vier vorhanden; von dem fünften hinteren wurde selbst in den jüngsten Knospen keine Spur gefunden. Die vier Staubblätter treten paarweise auf, zuerst die vorderen, dann die seitlichen; sie verwachsen bald mit der Krone. Zwei halbmondförmige Wülste sind die Anlagen des Fruchtknotens; sie stehen einander gegenüber und berühren sich mit ihren Enden. Später verwachsen sie und bilden ein Körbchen, dessen Rand vorne und hinten etwas höher ist.

Eine umfassende entwickelungsgeschichtliche Untersuchung stellte M. H. Bocquillon an in der „Revue du groupe des Verbénacées“ (1861—63). Auf Grund einer gedrängten Übersicht über die bisherige Einteilung kommt er zu dem Ergebnis, „que cette famille est loin de présenter l'homogénéité d'une famille naturelle.“ Eine gründliche Untersuchung muß nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführt werden (pag. 11):

„Chaque plante nous fournira son contingent de caractères. »Il n'en est point que je néglige, dit A.-L. de Jussieu, c'est l'ensemble de toute l'organisation que doivent résulter les vrais caractères des différentes corps organisés. . . .« Parmi ces caractères, les uns, communs à toutes, nous révéleront le „génie et les moeurs de la famille“, comme disait Adanson; d'autres, particuliers à quelques-unes, les rapprocheront en groupes, en genres etc.; d'autres encore, communs à la famille et à d'autres groupes voisins, nous montreront les affinités naturelles des différents groupes entre eux. Nous ne chercherons pas seulement des rapports de similitude ou de dissemblance, nous nous efforcerons d'expliquer, en présentant des faits, les états définitifs que les changements auront amenés. »Voir venir les choses est le meilleur moyen de les expliquer,« a dit un savant célèbre. J'ai fait mon profit de cette sage parole et j'ai entrepris l'organogénie des principaux types“: *Clerodendron*, *Blairia*, *Citharexylum*, *Stachytarpheta*, *Holmskioldia*, *Petrea*, *Vitex*, *Callicarpa*, *Lantana*. Für *Lippia* und *Verbena* benützt er die Befunde Payers und fügt bei, daß die Blütenentwickelung von *Verbena officinalis*, *V. melindres* übereinstimmen mit der von *Verbena pulchella*, welche Payer untersuchte.

Unsere Darstellung beschränkt sich auf einige Arten der Gattung *Verbena (officinalis, aubletia, peruviana, hastata, bracteata* und *urticaefoliä)*. Beginnen wir mit *Verbena officinalis*: Betrachtet man einen blütenbildenden Sproß von oben, so fällt sofort die spiralige Anordnung der Tragblätter auf. Bei der Messung der Divergenzwinkel ergaben sich große Schwankungen, doch sprechen die Durchschnittszahlen dafür, daß wir es mit der Hauptreihe zu tun haben.

137°	150°	134°	151°
147	114	130	127
129	155	146	142
140	146	133	147
134	123	131	123
136	139	128	145
144	$137^5/_6$ °	132	138
133		156	132
143		137	145
128		140	135
145		136	133
$137^9/_{11}$°		$137^6/_{11}$°	140
			$138^1/_6$°

Der primäre Scheitel ist hochgewölbt; die Tragblätter erreichen bedeutende Größe und wachsen bereits aufwärts, ehe die Blütenanlagen erscheinen. Der junge Sproß rückt in frühester Jugend in die Blattachsel (Taf. V, Fig. 1) und wächst längere Zeit hindurch ganz gleichmäßig. Sodann beginnt er auf der Innenseite sich rascher zu entwickeln, so daß er nach vorne abfällt; jetzt zeigt der Querschnitt eine langgestreckte Ellipse, deren großer Durchmesser senkrecht zur Medianrichtung des Tragblattes steht (Taf. V, Fig. 2). Bald darauf tritt an dieser Ellipse, gegen den Stamm zu, eine Ausbuchtung auf, die Anlage des hinteren Kelchblattes; im medianen Längendurchschnitte erscheint es als seitliche Wölbung an dem beinahe flachen Scheitel. Auf dieses erste Blatt folgen sehr rasch die beiden seitlichen an den Enden der Ellipse, ebenfalls nach rückwärts, als stumpfe Ecken; und in dem gleichen zeitlichen Abstande die beiden vorderen Blattanlagen. Dadurch kommt im Umrisse ein Fünfeck zustande, welches in der Richtung der Mediane sehr stark verkürzt ist. Das weitere Wachstum des Kelches entspricht nicht seiner Anlagefolge, vielmehr eilen die beiden vorderen Blätter voran und das hintere bleibt etwas zurück; das letztere erscheint häufig aus der medianen Stellung verschoben, und zwar bald nach rechts, bald nach links. Vorblätter werden nicht angelegt, obwohl zu beiden Seiten des Blütenkörpers genügend Raum zu deren Entwickelung vorhanden wäre, wie denn der ganze junge Sproß, auch nach der Anlage des Kelches, ringsum frei in der Blattachsel steht.

Nachdem die Kelchblattanlagen eben alle sichtbar geworden, beginnt der Scheitel sich stark zu wölben, wobei er zunächst noch elliptischen Querschnitt besitzt. Weiterhin kommt es aber nicht zur Bildung der stumpfen Kronblattecken wie bei den Labiaten, vielmehr ist, da die Anlage des vorderen Kronblattes zuerst auftritt, vorne eine seitliche Auswölbung zu beobachten. Fast zur gleichen Zeit entstehen die Hügel der vorderen Staubblätter, und nur wenig später treten die seitlichen Kronblätter in die Erscheinung (Taf. V, Fig. 4). In diesem Entwickelungsstadium ist der Scheitel auf der Innenseite noch gleichmäßig gerundet und es dauert längere Zeit, bis auch die inneren Kronblätter hervortreten; mit diesen zugleich erscheinen die hinteren Staubblatthügel, welche nur wenig kleiner sind als die vorderen. Alle vier Hügel zeigen elliptischen Querschnitt und nehmen eine ähnliche Stellung ein, wie wir sie bei *Thymus* gefunden haben (Taf. V, Fig. 6). Die Abstände zwischen den vorderen Anlagen und zwischen dem vorderen und dem hinteren Paare sind etwa gleich; die inneren Hügel dagegen stehen so weit auseinander, daß ihre Entfernung voneinander mehr als das Zweiundeinhalbfache des vorderen Abstandes beträgt. Von den Kronblättern wachsen die hinteren etwas rascher als die seitlichen und das vordere; sie sind breit und anfangs ohne jeden Einschnitt, später aber tief gespalten. Alle fünf Blätter bilden dann annähernd gleich große Zipfel auf gemeinsamem Walle, welcher, wie beim Kelche, unmittelbar nach den Blattanlagen entstanden ist und auf gleicher Höhe verläuft.

Nach dem Erscheinen der hinteren seitlichen Staubblatthügel beginnt der Scheitel sich noch einmal zu heben zur Anlage der beiden Fruchtblätter; sie treten als halbmondförmige Wülste in der Mediane der Blüte auf und verwachsen an ihren Enden rasch zu einem elliptischen Ringwalle, dessen höchste Erhebungen an den Enden des mit der Mediane zusammenfallenden großen Durchmessers liegen. Zur gleichen Zeit, wie die beiden Fruchtblattanlagen entsteht hinter dem inneren Fruchtblatte auf den Kronblättern ein kleiner runder Hügel, die Anlage des fünften Staubblattes. Bei seinem ersten Erscheinen läßt sich auf Längendurchschnitten nur eine Verdickung der inneren Kronblätter an der mittleren Stelle wahrnehmen. Das Staminodium, welches bei allen Blüten gefunden wurde, bleibt längere Zeit hindurch als kleines Zäpfchen bestehen (Taf. V, Fig. 7), um dann spurlos zu verschwinden.

Über den Umriß der Blüte muß noch erwähnt werden, daß derselbe vor der Kronblattbildung in der Medianrichtung verkürzt ist. Bei der weiteren Entwickelung verlängert sich die Blütenanlage in dieser Richtung, so daß die Krone im Querschnitte eine Ellipse darstellt, deren großer Durchmesser mit der Mediane zusammenfällt.

Bei *Verbena aubletia* sind die Tragblätter in gleicher Weise spiralig angeordnet, wie bei *V. officinalis*. Der junge Sproß nimmt bedeutend an Umfang zu, bevor die Kelchbildung beginnt. Das erste Kelchblatt wächst zu einem stattlichen Zipfel heran (Taf. V, Fig. 8), dann erst treten die beiden seitlichen Anlagen auf; und in dem gleichen Abstande erscheinen die vorderen Blätter. Ehe die Kron-

und Staubblätter entstehen, hebt sich der Scheitel bedeutend. Die in aufsteigender Folge erscheinenden Kronblätter bilden nur kleine Vorsprünge (Taf. V, Fig. 9). Die Staubblätter treten in gleichen zeitlichen Zwischenräumen auf, rasch nacheinander, und zwar zuerst das vordere Paar mit elliptischem Querschnitte; dann die seitlichen, kleiner und beinahe kreisrund; zuletzt das Staminodium, welches etwas größeren Umfang annimmt als bei *V. officinalis*. Es bleibt noch lange sichtbar und wird von dem Verbindungsstücke der inneren Kronblätter emporgehoben.

Die Divergenzwinkel zwischen den Tragblättern schwanken bei *Verbena peruviana* zwischen 128° und 148°. Der Entwickelungsgang des Blütensprosses stimmt mit dem von *V. officinalis* überein. Zwischen dem Erscheinen der verschiedenen Staubblatthügel liegen zeitlich größere Zwischenräume als bei *V. aubletia*. Die Anlage des Staminodiums erfolgt zur selben Zeit, wie die der Fruchtblätter. Auch *Verbena hastata*, *bracteata* und *urticaefolia* zeigen keine bedeutenden Abweichungen; das Staminodium ist immer vorhanden.

In zwei Punkten steht unsere Untersuchung in Widerspruch mit P a y e r s Darstellung. „Lorsqu' on observe l'ordre dans lequel les sépales apparaissent sur le réceptacle, on constate facilement que les deux antérieurs se montrent en premier lieu, les deux latéraux ensuite, et enfin le postérieur" (p. 558). Bei den sechs von uns untersuchten Arten wird der Kelch immer von innen nach außen angelegt. Der andere Punkt betrifft das Staminodium: „Jamais, dans les boutons même les plus jeunes, je n'ai aperçu la moindre trace de la cinquième étamine" (pag. 559). Dem steht wiederum unsere für alle Arten übereinstimmende Beobachtung gegenüber, daß das Staminodium noch angelegt wird und sehr lange erhalten bleibt. Eigentümlich ist, daß P a y e r auf Taf. 115 in Fig. 7 eine Blüte mit fünf gleich großen Staubblattanlagen abbildet, ohne irgend etwas dazu zu bemerken.

Mit dem typischen Entwickelungsgange der Labiaten-Blüte stimmt *Verbena* vollkommen überein, wenn sie sich auch nicht direkt an die eine oder andere Gattung anschließen läßt; wir stimmen also mit der eingangs erwähnten Ansicht von B a i l l o n und B r i q u e t vollkommen überein.

III. Plantaginaceae (Taf. V, Fig. 16—29.)

P a y e r untersuchte *Plantago coronopus*, *lanceolata*, *media* und *major*, und stellte die Entwickelung der Blüte etwa in folgender Weise dar. Von den vier Zipfeln, aus denen der Kelch besteht, erscheinen die beiden vorderen zuerst, dann die beiden inneren; längere Zeit beobachtet man einen Unterschied in der Größe, welcher auf das verschiedene Alter zurückzuführen ist. Alle vier Kelchzipfel sind unter sich frei bis zum Grunde. Die vier Kronblätter entstehen gleichzeitig, mit den vier Kelchzipfeln alternierend. Die anfangs weit voneinander abstehenden Blätter werden bald durch einen gemeinsamen Wall verbunden. Die Staubblätter sind nur zu einem Teile mit der Krone verwachsen. Die Fruchtblätter treten als zwei halbmondförmige Wülste auf, welche rasch verwachsen.

„Die Infloreszenzen sind hier axilläre Ähren oder Köpfchen ohne Gipfelblüte, die Blüten beschließen mithin erst die dritten Achsen. Stellung der Deckblätter in den Ähren spiralig nach Divergenzen der Hauptreihe ($^3/_8$, $^5/_{13}$ etc). Vorblätter sind nirgends entwickelt." (Eichler, pag. 225).

Der Scheitel des jungen Blütensprosses von *Plantago media* ist mäßig gewölbt und fällt nach vorne ab; die Ellipse, welche der Querschnitt darbietet, nähert sich mehr der Kreisform als bei den Labiaten. Die Anlagen der Vorblätter fehlen gänzlich. Die beiden vorderen Kelchblätter entstehen zuerst und bilden zu beiden Seiten der Mediane nach vorne zwei stumpfe Ecken (Taf. V, Fig. 17). Bald darauf erscheinen auch die hinteren Blattanlagen, ganz seitlich. Der Umriß des Blütenkörpers gleicht jetzt einem unregelmäßigen Fünfeck, welches vorne und auf der Höhe der hinteren Kelchblätter die gleiche Breite besitzt. Der in die Mediane fallende, nach innen gerichtete Vorsprung stellt aber nicht die Anlage des fünften Kelchblattes dar, wie man nach Analogie mit der Labiatenblüte annehmen

könnte; der mediane Längendurchschnitt zeigt uns an dieser Stelle nur eine schwache, dem Verbindungswalle der hinteren Kelchblätter angehörende Wölbung (Taf. V, Fig. 18 a). Dieser Wall verbindet alle vier Blätter (Taf. V, Fig. 19). Später überdecken dann die beiden vorderen die hinteren Blätter etwas mit ihren Rändern.

Nach Anlage des Kelches ist der Scheitel kreisrund und hochgewölbt, auf der Innenseite mehr als vorne (Taf. V, Fig. 18 a). Die nun folgende Kronblattbildung beginnt innen, indem der Scheitel an den Stellen der Blattanlagen sich hebt. Aber schon zu der Zeit, wo im Längendurchschnitte die seitliche Auswölbung des hinteren Blattes auftritt, sind auch die Hügel der Staubblätter sichtbar, die hinteren etwas höher als die vorderen. Die Kronblätter stehen vor den Lücken zwischen den Kelchzipfeln, die Staubblätter den letzteren gegenüber. Entsprechend der raschen Aufeinanderfolge in der Entstehung der einzelnen Blütenglieder sind auch die Unterschiede in der Größe sehr gering. Das innere Kronblatt ist breiter als die anderen, welche keine meßbaren Unterschiede aufweisen; alle vier werden durch einen gemeinsamen Wall verbunden. Von den Staubblättern, welche elliptischen Umriß besitzen, sind die inneren nur wenig größer als die vorderen; der Abstand zwischen den hinteren Hügeln ist etwas breiter als der zwischen den vorderen. Messen wir wieder die Winkel, welche die großen Durchmesser mit der Mediane der Blüte bilden, so erhalten wir nicht ganz die Regelmäßigkeit wie bei *Thymus*. Vorne beträgt der Winkel ca. 51°, hinten ca. 28°; dies ergibt für die vordere und die seitlichen Ecken Winkel von 102° und 101° statt 108° des regulären Fünfecks.

Der Scheitel, welcher nach dem Auftreten der Staubblätter nur noch schwache Wölbung zeigte (Taf. V, Fig. 19 a), hebt sich nochmals zuerst wieder innen, und bildet einen elliptischen Sockel (Taf. V, Fig. 20), auf welchem die halbmondförmigen Wülste der Fruchtblattanlagen entstehen.

Was den Umriß der jungen Blütenanlage betrifft, so ist noch hervorzuheben, daß in der Kelchregion der vordere Teil breiter ist. In der Kronregion besitzen die hinteren Seiten eine größere Länge als die vorderen.

Die Entwickelung der Blüte von *Plantago lanceolata* weicht in mehreren Punkten von der eben beschriebenen *Pl. media* erheblich ab. Auf die Ecken der vorderen Kelchblattanlagen folgen fast unmittelbar die seitlichen der hinteren Blätter. Die letzteren wachsen sehr rasch, so daß wir im Querschnitte (Taf. V, Fig. 22) ein Bild erhalten, welches mit dem von *Verbena officinalis* gebotenen große Ähnlichkeit hat. Der Verbindungswall zwischen den hinteren Blättern ist stärker und länger als bei *Pl. media;* die Blätter selbst wachsen zu langen seitlichen Zipfeln heran, welche an den Rändern von den vorderen überdeckt werden (Taf. V, Fig. 23). Diese stehen nahe beieinander und bleiben im Wachstume zurück. Der Scheitel ist nach Anlegung des Kelches nur mäßig gewölbt, beginnt sich aber rasch zu heben mit starker Bevorzugung der inneren Hälfte. Das innere Kronblatt ist wieder etwas breiter als das vordere, ebenso die Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln, welche den vorderen weit vorauseilen an Umfang und Höhe. Der Abstand zwischen dem vorderen und hinteren Staubblattpaar ist viel geringer als bei *Pl. media*. Auch bei der Bildung der Fruchtblätter wächst der Scheitel innen viel stärker. Der Umriß der Blütenanlage ist in der Kronregion in der Mediane nicht verlängert; sie zeigt in der Höhe der kreisrunden hinteren Staubblatthügel größere Breite als vorne.

Noch weitere Verschiedenheiten ergeben sich bei der Untersuchung der Arten *Pl. major*, *psyllium* und *cynops*. Bei allen wird, wie bisher, der Kelch aufsteigend angelegt, doch zeigen bei *Pl. major* die vorderen Blätter stärkeres Wachstum. Sodann treten hier, ohne daß zeitliche Unterschiede hätten festgestellt werden können, das vordere und die seitlichen Kronblätter und die vorderen Staubblätter auf; nach einiger Zeit folgen die inneren Staubblatthügel und das hintere Kronblatt nach. Bei Anlegung der Fruchtblätter ist der Scheitel nicht so abschüssig wie bei *Pl. lanceolata*. Die Form der jungen Blüte hat große Ähnlichkeit mit der gleichaltrigen von *Pl. media* (Taf. V, Fig. 25), mit dem einen Unterschiede, daß jetzt das vordere Kronblatt breiter ist und entsprechend die Lücke zwischen den vorderen Hügeln größer als zwischen den inneren. Bei *Pl. psyllium* erhalten wir ähnliche Bilder wie von *Pl. lanceolata;* die Kelchbildung gleicht ganz der dort beobachteten (Taf. V, Fig. 26). Abweichend ist nur die mächtige Wölbung des Scheitels bei Beginn der Kron- und Staubblattentwickelung;

er zeigt durchweg nicht die starke Neigung nach vorne. Außerdem übertrifft das hintere Kronblatt die andern nur wenig an Breite und der Zwischenraum, welcher die Hügelpaare trennt, ist vorne größer, wenn auch der Unterschied nur sehr klein ist; endlich zeichnen sich alle Staubblatthügel durch elliptischen Umriß aus. Der letzte Vertreter, *Pl. cynops*, schließt sich an *Pl. media* an. Zeitliche Unterschiede in der Entstehung der Glieder des Kronblatt- und Staubblattkreises ließen sich nicht feststellen. Auch hier finden wir eine kleinere Lücke zwischen den hinteren Staubblatthügeln als zwischen den vorderen und die größte zwischen dem vorderen und inneren Paare.

Nach Umriß und Gestaltung der Blüten können wir zwei Gruppen unterscheiden: *Pl. lanceolata* und *psyllium*; *Pl. media* und *cynops*, an die sich *Pl. major* anschließen würde. Allen gemeinsam ist die aufsteigende Entwickelung des Kelches, was wir bei den beiden anderen Familien nicht beobachtet haben. Im übrigen aber bildet die Entwickelungsgeschichte kein Hindernis für den Anschluß der Plantaginaceen an die Gruppe der Labiatifloren, welcher zuerst durch theoretische Deutung gefunden wurde, wie Harms berichtet in Engler und Prantl, pag. 369: „Man hat sich gewöhnt, die Plantaginaceen als reduzierte Formenreihe im Verwandtschaftskreise der Labiatifloren zu betrachten. Diese Anschauungsweise stützt sich auf die theoretische Erklärung des Diagramms, welche zur Deutung der diagonalen Kelchstellung zwei seitliche Vorblätter fordert und die vierzählige Krone aus einer fünfzähligen ableitet, nach Analogie der *Veronica*-Blüte".

Übersicht

der bei den Verbenaceen und Plantaginaceen gemachten Beobachtungen.

Wie die vorgeführten Tatsachen lehren, verläuft die Blütenentwickelung in den Familien der Verbenaceen und Plantaginaceen in den Hauptpunkten ähnlich der für die Labiaten festgestellten.

Die Verbenaceen schließen sich völlig den Labiaten an. Während aber dort nur noch *Ocimum canum* die fünfte Staubblattanlage aufweist, findet sich diese bei allen untersuchten Arten der Gattung *Verbena*.

Die Plantaginaceen zeigen weitgehende Reduktionen. Es fehlen die Vorblätter und das hintere Kelchblatt. Das innere Kronblatt weist auf seine Ableitung von den zwei hinteren Blattanlagen nur noch dadurch hin, daß es um ein Weniges größer ist und etwas breitere Form besitzt als die anderen. Die Lücke für das Staminodium ist fast gänzlich geschwunden.

Auch für die Verbenaceen und Plantaginaceen gilt die Regel, daß jeder der untersuchten Arten ihre besondere Entwickelung zukommt, eine Regel, welche höchst wahrscheinlich ganz allgemeine Geltung hat. Diese Entwickelung mit ihren meistens bis ins Kleinste gehenden Verschiedenheiten ist für die Art ebenso charakteristisch, wie die fertige Form, die selbst ja nur ein Glied in der großen Entwickelungsbewegung darstellt.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. von Vöchting, meinen herzlichsten Dank auszudrücken für die Anregung und Förderung, welche er mir während meiner Studien zuteil werden ließ, insbesondere aber für das Interesse, das er der vorliegenden Untersuchung zu jeder Zeit entgegengebracht hat.

Literatur-Verzeichnis.

H. Baillon, Histoire des plantes, Paris 1888. Band IX und XI.

M. H. Bocquillon, Revue du groupe des Verbénacées. Paris 1861—63.

J. Briquet, Monographie du genre Galeopsis. Paris 1893.

— „Verbenaceae und Labiatae", in Engler und Prantl, natürliche Pflanzenfamilien. IV. T., Abteilung 3 a. Leipzig 1897.

De Candolle (Bentham), Labiatae. Prodromus systematis naturalis. Paris 1848. Band 12.

A. W. Eichler, Blütendiagramme. Leipzig 1875.

K. Göbel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane in Schenk, Handbuch der Botanik. 1884.

H. Harms, Plantaginaceae, in Engler und Prantl, natürl. Pflanzenfamilien. IV. Teil. Abt. 3 b.

L. Jost, Die Theorie der Verschiebung seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck. Botanische Zeitung 1902.

B. Leisering, Winklers Einwände gegen die mechanische Theorie der Blattstellungen. Pringsheim, Jahrbücher. Band 37. 1902.

J. B. Payer, Traité d'organogénie comparée de la fleur. Paris 1857.

O. Penzig, Pflanzenteratologie. 1890.

J. Sachs, Lehrbuch der Botanik, 4. Auflage.

Schauer, Verbenaceae. De Candolle, Prodromus, Band XI.

K. Schumann, Neue Untersuchungen über den Blütenanschluß. 1890.

S. Schwendener, Mechanische Theorie der Blattstellungen. Leipzig 1878.

H. Vöchting, I. Über Blüten-Anomalien. Pringsheim, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band. 31. 1898.

— II. Über den Sproßscheitel der *Linaria spuria*. Pringsheim, Jahrbücher. Band 38. 1903.

A. Weisse, Untersuchungen über Blattstellung. Pringsheim, Jahrbücher. Band 39. 1904.

H. Winkler, Untersuchungen zur Theorie der Blattstellungen. I. Pringsheim, Jahrbücher, Band. 36. 1901.

II. Untersuchungen etc. Band. 38. 1903.

H. Wydler, Über die systematische Verzweigungsweise dichotomer Infloreszenzen. Flora 1851, p. 417.

Figuren-Erklärung.

Die Abbildungen wurden, wo nicht anders angegeben, mit Zeiß'schen Obj. A, Ocul. 4, Vergr. ca. 90, unter Benützung des Abbé'schen Zeichenapparates entworfen.

Tafel I.

Fig. 1. *Ajuga reptans.* Medianer Längenschnitt durch den Scheitel eines blütentragenden Sprosses. Zu beiden Seiten des Scheitels die ersten Tragblätter. Rechts unten, in der Achsel des nächst älteren Tragblattes ein junger Blütensproß.

Fig. 2. Wie Fig. 1. Anlegung des ersten Kelchblattes auf der Innenseite der jungen Blütenachse.

Fig. 3. Mittelblüte mit Vorblättern und Seitenblüten. Die 3 hinteren Kelchblätter angelegt. 3 a im Aufrisse; 3 b medianer Längendurchschnitt.

Fig. 4. Med. Längendurchschnitt. Alle 5 Kelchblätter angelegt. Rechts oben das erste Blatt.

Fig. 5. Wie Fig. 4. Das Kronfünfeck gebildet. Anlegung der Staubblätter.

Fig. 6. Blütenknospe zur Zeit der Anlegung der beiden Fruchtblätter. 6 a dazu med. Längenschnitt.

Fig. 7 und 8. *Teucrium chamaedrys.* Mediane Längenschnitte durch den Scheitel des blütentragenden Sprosses. Fig. 7 zu beiden Seiten des Scheitels zunächst die jüngsten Tragblätter, darunter, in den Achseln der älteren Blätter, die Achselsprosse vor Anlegung des ersten Kelchblattes. Fig. 8 zeigt die jungen Blütensprosse, ehe sie in die Blattachsel rücken.

Fig. 9, 9 a. Blütenanlage zur Zeit der Anlegung der Vorblätter; Fig. 9 Aufriß; Fig. 9 a Querschnitt.

Fig. 10. Querschnitt einer Blütenanlage mit dem ersten Kelchblatte. Fig. 10 a. Der Aufriß zeigt unten den elliptischen Umriß der nächst jüngeren Blütenanlage, und rechts und links die Vorblattrudimente. Fig. 10 b. Med. Längendurchschnitt. Rechts oben das Kelchblatt, links unten die junge Anlage.

Fig. 11. Medianer Längenschnitt durch einen Blütenstand, das Tragblatt abgeschnitten. Die älteste Knospe steht vor der Bildung der Fruchtblätter, die zweite Blüte zeigt das erste Kelchblatt auf der Innenseite, die dritte wird eben angelegt (seriale Anordnung).

Fig. 12. Blütenanlage nach Bildung des Kelches. Fig. 12 a. Med. Längendurchschnitt zu Fig. 12.

Fig. 13. Der Kronblattsockel ist gebildet, die beiden vorderen Staubblätter werden angelegt. Fig. 13 a. Med. Längenschnitt zu Fig. 13. Das vordere Kronblatt eilt im Wachstume voran.

Fig. 14. Blütenknospe vor der Placenten-Bildung. Der Kelch ist abgetrennt. Die 2 oberen Blumenblätter sind tief eingeschnitten, die 2 seitlichen etwas kleiner als die anderen. Die vorderen Staubblatthügel größer als die hinteren, ebenso das vordere Fruchtblatt (Fig. 14 a).

Fig. 15, 15 a. *Teucrium botrys.* Blüte mit Kelch. Die drei hinteren Kelchblätter eilen stark voraus. Der Scheitel ist einseitig gehoben zur Bildung der inneren Kronblattanlagen.

Fig. 16. Der Kelch überdeckt fast gleichmäßig die inneren Teile der Knsope. Fig. 16 a, b. Dieselbe Knospe ohne Kelch. Die inneren Kronblätter nehmen einen breiten Raum ein und sind durch eine sanfte Einbuchtung getrennt. Die großen vorderen Staubblatthügel haben elliptischen Querschnitt, die kleineren, kreisrunden sind durch eine breite Lücke getrennt. Der Scheitel steht vor der Anlegung der Fruchtblätter.

Fig. 17. *Scutellaria alpina.* Med. Längendurchschnitt eines jungen Sprosses. Links der Verbindungswall der 2 hinteren Kelchblätter.

Fig. 18. Ebenso. Der Kelch ist ganz angelegt; der Scheitel hochgewölbt.

Fig. 19, 19 a. Auf der Innenseite, etwas nach links verschoben, die letzte Spur des ersten Kelchblattes. Der Kronblattsockel gebildet, das vordere Blatt eilt voraus.

Fig. 20, 20 a. Anlegung der Staubblätter. Die vorderen treten zuerst auf. Breite Lücke zwischen den inneren Hügeln.

Fig. 21, 21 a. Blütenknospe zur Zeit der Anlegung der Fruchtblätter. Der Kelch bleibt zurück; rechts von der Mitte noch ein Rest des ersten Kelchblattes.

Fig. 22. Medianer Längendurchschnitt einer älteren Knospe. Die große Lücke zwischen den älteren Kronblättern und dem Fruchtknoten ist noch vorhanden (rechts).

Tafel II.

Fig. 1. *Lavandula vera.* Aufriß eines jungen Blütensprosses. In der Tiefe, rechts und links die Vorblätter; zwischen diesen und dem Scheitel (der Mittelblüte) die Anlagen der Seitenblüten.

Fig. 2. Längenschnitt (med.) durch eine Blüte mit angelegtem Kelche. Rechts das erste Blatt.

Fig. 3. Gestalt der Blüte in etwas älterem Zustande, von der Seite gesehen.

Fig. 4, 4 a. Blütenknospe nach Abtrennung des Kelches. Blumen- und Staubblatthügel eben sichtbar.

Fig. 5, 5 a. Blütenknospe zur Zeit der Anlegung der Fruchtblätter. Kelch fehlt.

Fig. 6. Diagonaler Schnitt durch eine Knospe im Alter von Fig. 5. Links oben vorderer Staubblatthügel, rechts hinteres Staubblatt; unten zu beiden Seiten der Blumenkronwall. Der Kelch entfernt.

Fig. 7, 7 a. *Marrubium vulgare.* Beginn der Kronenbildung. Der bis dahin runde Scheitel gestaltet sich zum Fünfeck um.

Fig. 8, 8 a. Knospe nach Anlegung der beiden Fruchtblätter. Kelch fehlt.

Fig. 9. *Glechoma hederaceum.* Blütenanlage vor der Bildung des 1. Kelchblattes im Querschnitt.

Fig. 10. Mittelblüte mit Vorblättern und Seitenblüten von vorne gesehen. Vergl. Fig. 1.

Fig. 11, 11 a. Blütenanlage nach Bildung des Kelches. Anlegung der Kronblätter von innen nach außen.

Fig. 12, 12 a. Knospe nach Anlegung der Fruchtblätter. Die zwei halbmondförmigen Hügel haben sich zu einem gleichmäßigen Ringwall vereinigt. Die inneren Blumenblätter an der Verwachsungsstelle stark verdickt (Fig. 12 a).

Fig. 13. *Dracocephalum peltatum.* Med. Längendurchschnitt eines blütentragenden Sprosses. An dem hochgewölbten Scheitel treten unmittelbar nacheinander Tragblatt und Achselknospe auf. Das Primordium entwickelt sich rascher als das Tragblatt (rechts unten).

Fig. 14. Längenschnitt durch eine Blütenanlage zur Zeit der Anlegung der Kelchblätter. Der Blütenkörper steht weder mit dem Tragblatte noch mit dem Stengel in Berührung.

Fig. 15, 16. Blüte nach Anlegung der Krone und der 2 hinteren Staubblätter. Fig. 16 Längenschnitt durch eine Blüte im gleichen Alter.

Fig. 17, 17 a. Die Fruchtblätter bilden auf hohem Sockel einen gleichmäßigen Ringwall. Die inneren Staubblatthügel größer als die vorderen. Die inneren Kronblätter an der Verwachsungsstelle verdickt.

Fig. 18. Vergr. 50. Blütenknospe nach Entfernung des Kelches. Das große vordere Blumenblatt bedeckt die inneren Teile der Blüte und wird selbst überdeckt von den tief eingeschnittenen inneren und den kleinen seitlichen Blumenblättern.

Fig. 19. *Brunella vulgaris.* Kelch gebildet. Das Kronenfünfeck unregelmäßig; die den seitlichen Kelchblättern gegenüberliegenden Seiten am längsten.

Fig. 20. Blütenknospe zur Zeit der Anlegung der Fruchtblätter. Die vorderen Kelchblätter am stärksten entwickelt. Die inneren Blumenblätter vollständig verwachsen. Der Abstand zwischen den hinteren Staubblatthügeln mehr denn doppelt so groß als zwischen den vorderen.

Fig. 21. Etwas ältere Knospe nach Entfernung des Kelches. Der Raum zwischen den hinteren Staubblatthügeln vom inneren Fruchtblatte ausgefüllt.

Fig. 22, 22 a. *Melittis melissophyllum.* Der Kelch ist abgetrennt. Die Fruchtblätter werden eben angelegt.

Fig. 23. *Phomis pungens.* Blütensproß mit angelegtem Kelche, von der Seite gesehen.

Fig. 24, 24 a. Anlage der Kronblätter. Kelch fehlt.

Fig. 25, 25 a. Ältere Blüte nach Bildung der Fruchtblätter. Kelch fehlt.

Fig. 26, 26 a. *Galeopsis tetrahit.* Blütenknospe zur Zeit der Anlegung der Staubblätter.

Fig. 27, 27 a. *Lamium purpureum.* Anlage eines Dichasiums. In Fig. 27 Mittelblüte mit Vorblättern und Seitenblüten sichtbar. Fig. 27 a zeigt die Neigung der Vorblätter nach vorne.

Fig. 28, 28 a. Blütenknospe vor der Placentenbildung. Der Kelch ist entfernt. Die inneren Kronblätter, vollständig verwachsen, eilen im Wachstume voraus.

Fig. 29. *Ballota nigra.* Junger Sproß mit Anlage der Vorblätter, von vorne gesehen.

Fig. 30, 30 a. Blütenknospe nach Anlage der Staubblätter. Der Scheitel ganz flach. Kelch entfernt.

Fig. 31, 31 a. Etwas älter als Fig. 30. Die Fruchtblätter in der Bildung begriffen.

Tafel III.

Fig. 1. *Stachys recta.* Blütenknospe zur Zeit der Placentenbildung. An der Stelle des hinteren Kelchblattes treten zwei Zipfel auf. Das vordere Blumenblatt ist sehr breit und zeigt eine Einbuchtung. Das vordere und das hintere Staubblattpaar sind durch gleich große Lücken getrennt.

Fig. 2. Blütenanlage bei Bildung der Fruchtblätter. Das vordere, gespaltene Blumenblatt ist breiter als das hintere, verwachsene Paar. In der Lücke zwischen den vorderen Staubblattanlagen erhebt sich ein kleiner, fünfter Hügel: staminodiale Bildung.

Fig. 3, 3 a. *Stachys rupestris.* Blütensproß nach Anlage der drei ersten Kelchblätter.

Fig. 4, 4a. Desgl. nach Bildung des ganzen Kelches, ehe die Kronblätter entstehen.

Fig. 5, 5 a. Junge Blüte mit Anlage der Kronblätter.

Fig. 6, 6 a. Blütenknospe zur Zeit der Placentenbildung.

Fig. 7. *Stachys affinis.* Junge Blüte zur Zeit der Anlegung der Staubblätter. Das innere Kronblattpaar ungleich entwickelt.

Fig. 8. Blütenknospe vor der Bildung der Fruchtblätter, von der Seite gesehen.

Fig. 9, 9 a. Etwas ältere Knospe. Der Kelch ist entfernt.

Fig. 10. Vergr. 50. *Betonica grandiflora.* Längendurchschnitt eines blütentragenden Sprosses. Rechts und links die ersten Anlagen der Achselsprosse.

Fig. 11. Vergr. 50. Wie Fig. 10. Der Blütensproß ist in die Blattachsel gerückt.

Fig. 12. Medianer Längenschnitt durch einen jungen Sproß. Anlage des 1. Kelchblattes.

Fig. 13, 13 a. Vergr. 50. Blüte nach Anlegung der Staubblätter.

Fig. 14, 14 a. Vergr. 50. Blüte etwas älter wie Fig. 13. Der Scheitel beginnt sich wieder zu heben zur Bildung der Fruchtblätter.

Fig. 15. Vergr. 50. Blütenknospe zur Zeit der Placentenbildung. Der Kelch fehlt. Das innere Kronblattpaar ist ungleich ausgebildet. Die große Lücke zwischen den kleineren hinteren Staubblatthügeln wird vom inneren Fruchtblatte ausgefüllt.

Fig. 16. *Salvia glutinosa.* Medianer Längendurchschnitt eines blütentragenden Sprosses. Drei Stufen der Entwickelung: erste Anlage des Blütensprosses; Hervortreten des hinteren Kelchblattes; Anlage der Kronblätter.

Fig. 17, 17 a. Junger Sproß vor der Kelchbildung. Von oben und von vorne gesehen.

Fig. 18, 18 a. Grund- und Aufriß. Anlage der Vorblätter.

Fig. 19, 19 a und 19 b. Seitenblüte I. Ordnung mit Vorblättern und Seitenblüten II. Ordnung. Der Querschnitt (19) und der med. Längendurchschnitt zeigen die Anlage des ersten Kelchblattes der Seitenbl. I. Ord.; der Aufriß bringt die Anlage der Vorblätter und Seitenblüten zur Darstellung.

Fig. 20. Kelch angelegt. Medianer Längendurchschnitt. Der Scheitel auf der Innenseite bereits wieder gehoben zur Bildung der Kronblätter.

Fig. 21. Die vorderen Staubblatthügel sichtbar. Medianer Längendurchschnitt einer Blüte.

Fig. 22. Mittelblüte mit drei Kelchblättern. Die Vorblätter neigen sich gegen die Achse.

Fig. 23. Blüte nach Anlegung der Kronblätter. Die drei hinteren Kelchblätter verwachsen.

Fig. 24, 24 a. Blütenknospe nach Entfernung des Kelches. Der Scheitel hat sich gehoben zur Bildung der Fruchtblätter. Staminodiale Ausbildung der inneren Staubblattanlagen.

Fig. 25, 25 a. Vergr. 50. Etwas älter wie Fig. 24. Bildung der Placenten.

Tafel IV.

Fig. 1. *Salvia sclarea.* Seitenblütenstand. Die Seitenblüte 1. Ordnung zeigt die drei ersten Kelchblätter angelegt. Von den Seitenblüten 2. Ordnung steht die größere (links) auf der Seite des Tragblattes.

Fig. 2. Junge Blüte, an der die vorderen Staubblatthügel eben sichtbar werden.

Fig. 3. Medianer Längendurchschnitt einer Blütenknospe zur Zeit der Bildung der Fruchtblätter.

Fig. 4. *Salvia officinalis.* Junge Anlage. Der Kronblattsockel ist gebildet.

Fig. 5. Medianer Längenschnitt durch eine etwas ältere Blüte. Die vorderen Staubblatthügel treten auf und zu gleicher Zeit wölbt sich das vordere Blumenblatt empor.

Fig. 6. *Salvia pratensis.* Blütenknospe nach Anlage der Fruchtblätter. Vom Stengel aus gesehen.

Fig. 7, 7 a. *Salvia verticillata.* Junger Sproß mit angelegtem Kelche.

Fig. 8, 8 a. *Salvia splendens.* Der Kelch ist gebildet. Der Scheitel hebt sich innen wieder zur Erzeugung der Kronblätter.

Fig. 9, 9 a. Junge Blüte während der Anlage der Staubblätter. Die verwachsenen hinteren Kelchblätter überdecken den Scheitel beinahe zur Hälfte.

Fig. 10. *Monarda punctata.* Der primäre Scheitel erhebt sich als kleiner Hügel auf den verwachsenen Achselsprossen.

Fig. 11. Medianer Längenschnitt durch den primären Scheitel und die Achselprodukte.

Fig. 12. Junger Sproß mit den ersten drei Kelchblättern.

Fig. 13. Der angelegte Kelch von der Seite gesehen.

Fig. 14. Blütenknospe nach Anlage der Fruchtblätter. Der Kelch ist entfernt.

Fig. 15. *Horminum pyrenaicum.* Junger Sproß mit angelegten Kelchblättern.

Fig. 16, 16 a. Blüte vor dem Auftreten der Fruchtblätter. Der Kelch fehlt.

Fig. 17, 17 a. *Satureia mutica.* Blütenanlage beim Sichtbarwerden der vorderen Staubblatthügel.

Fig. 18. Knospe zur Zeit der Fruchtbildung. Der Kelch ist abgetrennt.

Fig. 19, 19 a. *Hyssopus officinalis.* Junge Blüte. Der Scheitel hat sich gehoben zur Anlegung der Fruchtblätter.

Fig. 20. *Thymus serpyllum.* Medianer Längendurchschnitt einer Blüte nach Anlage der Staubblätter.

Fig. 21. *Mentha aquatica.* Medianer Längendurchschnitt eines jungen Blütensprosses mit den ersten drei Kelchblättern. Vergr. 125.

Fig. 22. Desgl., etwas älter. Alle Kelchblätter gebildet. Der Scheitel hebt sich auf der Stengelseite zur Anlegung der Kronblätter. Vergr. 125.

Fig. 23. Med. Längendurchschnitt in einem späteren Stadium. Die Staubblatthügel eben sichtbar. Vergr. 125.

Fig. 24. Vergr. 125. Blütenknospe vor der Bildung der Fruchtblätter, nach Entfernung des Kelches.

Fig. 25. *Perilla arguta.* Junger Blütensproß nach Anlage des Kelches. Das hintere Blatt tritt nicht als besonderer Zipfel hervor. Rechts und links die Anlagen der Seitenblüten.

Fig. 26. Blüte nach Entstehung der Staubblatthügel. Die hinteren Hügel werden durch die seitlichen Kelchblätter teilweise verdeckt.

Fig. 27. Blütenknospe nach Entfernung des Kelches. Das linke vordere Staubblatt ist den anderen in der Entwickelung voraus, die Fruchtblätter in der Bildung begriffen.

Fig. 28, 28 a. *Elsholtzia cristata.* Blütenknospe mit angelegten Fruchtblättern. Der Kelch ist im Wachstum zurückgeblieben.

Fig. 29, 29 a. *Coleus atropurpureus.* Blüte nach Abtrennung des Kelches. Der Scheitel zeigt noch die bei Anlage der Staubblätter eingetretene Abflachung. Vergr. 125.

Fig. 30. *Ocimum canum.* Med. Längendurchschnitt einer jungen Blüte nach Sichtbarwerden der vorderen Staubblatthügel. Vergr. 125.

Fig. 31, 31 a. Etwas ältere Blüte. Der Kelch fehlt. In der Lücke zwischen den hinteren Staubblättern, auf der Höhe der inneren Kronblattanlagen, wird der Hügel des Staminodiums sichtbar. Der med. Längenschnitt (31 a) zeigt die staminodiale Anlage durchschnitten (links). Vergr. 125.

Fig. 32, 32 a. Vergr. 125. Ältere Blüte nach Entfernung des Kelches. Das Staminodium ist mit den inneren Kronblättern verwachsen und wird von diesen emporgehoben.

Fig. 33, 33 a. Vergr. 125. *Ocimum basilicum.* Blüte etwas jünger als Fig. 31. Vom Staminodium keine Spur. Der Kelch ist abgetrennt.

Fig. 34, 34 a. Entspricht Fig. 32. Auch hier fehlt das Staminodium. Die Lücke zwischen den inneren Staubblatthügeln ist immer noch bedeutend.

Tafel V.

Fig. 1. *Verbena officinalis.* Vergr. 125. Medianer Längenschnitt durch den Scheitel eines blütentragenden Sprosses. Rechts unten das Tragblatt, in dessen Achsel der junge Blütensproß. Direkt über diesem die Anlage des jüngsten Tragblattes. Das Tragblatt mit Achselsproß links ist nicht median getroffen.

Fig. 1 a. Vergr. 125. Wie Fig. 1. Links ein Tragblatt mit der Anlage des Blütensprosses. Rechts ein jüngeres Tragblatt im Umrisse.

Fig. 2. Vergr. 125. Junger Sproß vor Beginn der Differenzierung.

Fig. 3. Medianer Längendurchschnitt eines Primordiums. Rechts die Wölbung des ersten Kelchblattes.

Fig. 4. Junge Blüte beim Sichtbarwerden der vorderen Staubblatthügel.

Fig. 5. Vergr. 125. Medianer Längenschnitt durch eine Blütenknospe mit angelegten Fruchtblättern. Rechts ist die mit den inneren Kronblättern verwachsene staminodiale 5. Anlage durchschnitten.

Fig. 6. Blütenknospe vor der Placentenbildung. Das Staminodium tritt als kreisrunder Hügel zwischen den hinteren Staubblatthügeln hervor.

Fig. 7. Bedeutend ältere Knospe. Der Kelch ist entfernt. Das Staminodium bildet ein kleines Zäpfchen.

Fig. 8. Vergr. 125. *Verbena aubletia.* Junger Sproß mit dem ersten Kelchblatte.

Fig. 9. Junge Blüte. Auf hohem Sockel erheben sich die fünf Staubblattanlagen.

Fig. 10. Ältere Blüte. Fruchtblätter angelegt.

Fig. 11. Vergr. 125. Junger Blütensproß von *Verbena peruviana* vor dem Auftreten des ersten Kelchblattes.

Fig. 12. Vergr. 125. Die drei ersten Kelchblattanlagen sichtbar.

Fig. 13. Vergr. 125. Der ganze Kelch gebildet.

Fig. 14. Vergr. 125. Medianer Längenschnitt durch eine junge Blüte. Die vorderen Staubblattanlagen sichtbar.

Fig. 15. Medianer Längendurchschnitt einer älteren Knospe, von der der Kelch abgetrennt ist. Rechts erhebt sich, an der Verwachsungsstelle der inneren Blumenblätter, das Zäpfchen des Staminodiums.

Fig. 16. *Plantago media.* Junger Blütensproß vor der Bildung der Kelchblätter.

Fig. 17. Anlage der beiden vorderen Kelchblätter.

Fig. 18, 18 a. Auch die beiden hinteren seitlichen Kelchblätter sind angelegt.

Fig. 19, 19 a. Die Staublattanlagen sind, wenigstens im Längendurchschnitte, sichtbar.

Fig. 20, 20 a. Blütenknospe vor Beginn der Fruchtblattbildung.

Fig. 21. Vergr. 125. *Plantago lanceolata.* Medianer Längenschnitt durch einen jungen Blütensproß vor der Anlage der Kelchblätter.

Fig. 22, 22 a. Vergr. 125. Alle vier Kelchblätter angelegt.

Fig. 23, 23 a. Vergr. 125. Kronblätter und Staubblätter gebildet. Der Scheitel hat sich wieder gehoben zur Erzeugung der Fruchtblätter.

Fig. 24, 24 a. Vergr. 125. *Plantago major.* Kelch gebildet. Anlage der Kronblätter und der vorderen Staubblätter.

Fig. 25, 25 a. Blütenknospe zur Zeit der Fruchtblattbildung.

Fig. 26. Vergr. 125. *Plantago psyllium.* Medianer Längendurchschnitt. cf. 24 a.

Fig. 27, 27 a. Blütenknospe vor der Fruchtblattbildung.

Fig. 28, 28 a. Vergr. 125. *Plantago cynops.* Junge Blüte. Kron- und Staubblattanlagen gerade sichtbar.

Fig. 29, 29 a. Ältere Blüte. Der Scheitel hat sich gehoben zur Anlage der Fruchtblätter.

Inhaltsübersicht

der untersuchten Familien, Gattungen und Arten.

I. Labiatae.

Seite

Ajuga reptans (Taf. I, Fig. 1—6) 3
Ballota nigra (Taf. II, Fig. 29—31) 13
Betonica grandiflora (Taf. III, Fig. 10—15) 15
Brunella vulgaris (Taf. II, Fig. 19—21) 11
Coleus atropurpureus (Taf. IV, Fig. 29) 25
Dracocephalum peltatum (Taf. II, Fig. 13—18) 10
Elsholtzia cristata (Taf. IV, Fig. 28) 24
Galeopsis tetrahit (Taf. II, Fig. 26) 12
Glechoma hederaceum (Taf. II, Fig. 9—12) 9
Horminum pyrenaicum (Taf. IV, Fig. 15 u. 16) 22
Hyptis pectinata 25
Hyssopus officinalis (Taf. IV, Fig. 19) 22
Lamium album 13
„ galeobdolon 13
„ maculatum 13
„ purpureum (Taf. II, Fig. 27 u. 28) 13
Lavandula spica 9
„ vera (Taf. II, Fig. 1—6) 8
Marrubium vulgare (Taf. II, Fig. 7 u. 8) 9
Melissa officinalis 22
Melittis melissophyllum (Taf. II, Fig. 22) 11
Mentha aquatica (Taf. IV, Fig. 21—24) 23
Monarda punctata (Taf. IV, Fig. 10—14) 21
Ocimum basilicum (Taf. IV, Fig. 33 u. 34) 26
„ canum (Taf. IV, Fig. 30—32) 25
Perilla arguta (Taf. IV, Fig. 25—27) 23
Phlomis pungens (Taf. II, Fig. 23—25) 12
Plectranthus coleoides 25
Salvia glutinosa (Taf. III, Fig. 16—25) 16
„ officinalis (Taf. IV, Fig. 4 u. 5) 19
„ pratensis (Taf. IV, Fig. 6) 19
„ sclarea (Taf. IV, Fig. 1—3) 18
„ splendens (Taf. IV, Fig. 8 u. 9) 20
„ verticillata (Taf. IV, Fig. 7) 19

Seite

Satureia mutica (Taf. IV, Fig. 17 u. 18) 22
Scutellaria alpina (Taf. I, Fig. 17—22) 7
Stachys affinis (Taf. III, Fig. 7—9) 15
„ annua 15
„ arvensis 15
„ germanica 15
„ heraclea 15
„ lanata 15
„ recta (Taf. III, Fig. 1 u. 2) 13
„ rupestris (Taf. III, Fig. 3—6) 15
„ sibirica 15
„ silvatica 15
Teucrium botrys (Taf. I, Fig. 15 und 16) 7
„ chamaedrys (Taf. I, Fig. 7—14) 5
Thymus serpyllum (Taf. IV, Fig. 20) 22

II. Verbenaceae.

Verbena aubletia (Taf. V, Fig. 8—10) 30
„ bracteata 31
„ hastata 31
„ officinalis (Taf. V, Fig. 1—7) 29
„ peruviana (Taf. V, Fig. 11—15) 31
„ urticaefolia 31

III. Plantaginaceae.

Plantago cynops (Taf. V, Fig. 28 u. 29) 32
„ lanceolata (Taf. V, Fig. 21—23) 32
„ major (Taf. V, Fig. 24 u. 25) 32
„ media (Taf. V, Fig. 16—20) 31
„ psyllium (Taf. V, Fig. 26 u. 27) 32

New York Botanical Garden Library
3 5185 00260 0011